

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

**O REDESIGN DA INFORMAÇÃO NO PROCESSAMENTO DA
IMAGEM**

Elaborada

Lucilene Inês Gargioni de Souza

Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do
Título de Doutora em Engenharia de Produção

Orientador:

Prof. Francisco Antônio Pereira Fialho, Dr.

**O REDESIGN DA INFORMAÇÃO NO PROCESSAMENTO DA
IMAGEM**

Nome: **Lucilene Inês Gargioni de Souza**

Área de concentração

Mídia e Conhecimento

Florianópolis, março de 2004

O REDESIGN DA INFORMAÇÃO NO PROCESSAMENTO DA IMAGEM

Lucilene Inês Gargioni de Souza

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do título de Doutor em Engenharia, especialidade em Engenharia de Produção, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, março 2004.

Prof. Edson Palladini, Ph.D.
Coordenador do Curso de Pós-graduação
em Engenharia de Produção

Banca Examinadora:

Dr. Prof. Francisco Antônio Pereira Fialho, Dr.
Orientador

Prof. Luiz Fernando Gonçalves de Figueiredo, Dr.
Co-orientador

Prof. Luis Alberto Gómez, Dr.
Membro

Eliete Auxiliadora Assumpção Ourives, Dra.
Membro

Arceloni Neusa Volpato, Dra.
Membro

Dedicatória

**A Antônio Carlos, meu marido,
e ao Rodrigo, meu filho,
pelo apoio.**

Agradecimentos

À Deus por ter estado sempre comigo em todos os momentos deste trabalho.

Ao professor, Francisco Antônio Pereira Fialho, amigo, orientador deste trabalho pelo otimismo de que quase tudo é possível.

A UFSC, ao CCE e ao Colegiado do Departamento de Expressão Gráfica pelo apoio.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, nas pessoas dos Professores, Fialho, Merino, Luiz Fernando e Nilson que me auxiliaram na compreensão e ampliação do conhecimento.

Aos meus pais Antônio e Arcila pela educação e pela força.

Aos meus irmãos, cada um em sua contribuição.

À Alba, Nebel pelas bibliografias indicadas.

À Rita pela correção ortográfica.

Ao Luiz Fernando pelas orientações dos mapeamentos.

À Eliete pelas sugestões de análise.

À Simone pelo melhoramento das imagens dos mapeamentos.

A todos os colegas do Curso de Pós-graduação que nos acompanharam durante a caminhada.

Sumário

Dedicatória.....	4
Agradecimentos	5
Sumário.....	6
Lista de Figuras.....	13
Lista de Siglas	14
Resumo	15
Abstract.....	16
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	17
1.1 Justificativa.....	20
1.2 Estabelecimento do problema	24
1.3 Objetivos gerais e específicos	24
1.3.1 Objetivos gerais.....	24
1.3.2 Objetivos específicos.....	25
1.4 Hipótese geral.....	26
1.5 Delimitações	26
1.6 Método científico.....	26
1.7 Metodologia de trabalho	32
1.8 Relevância científica	39
1.9 Ineditismo científico.....	40
1.9. Estrutura da tese	41
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	43
2.1 Expressão visual no desenvolvimento da inteligência visual.....	44
2.2 O conhecimento visual e linguagem verbal.....	47
2.3. O alfabetismo visual.....	55
2.3.1 Uma abordagem do alfabetismo visual.....	58

2.4 Algumas características das mensagens visuais	59
2.5 A complexidade do sistema visual	66
2.5.1 Estrutura do olho	66
2.5.2 A visão e suas transformações	74
2.5.2.1 Transformações ópticas	75
2.5.2.2 Transformações químicas	76
2.5.2.3 Transformações nervosas	77
2.5.3 Como percebemos?.....	78
2.5.3.1 A intensidade de luz: percepção da luminosidade	78
2.5.3.2 O comprimento de onda: percepção da cor	79
2.5.3.3 A distribuição espacial da luz: as bordas visuais.....	80
2.5.4 O que é ver uma imagem?	80
2.5.5 Percepção das cores	82
2.5.5.1 Construção da cor	84
2.5.6 Modelos de percepção segundo Tony Buzan (1996): olho – cérebro – câmara.....	93
2.5.6.1 Os neurônios como sistema de processamento da informação	96
2.5.6.1 Interconexão dos neurônios cerebrais	97
2.5.7 Ver é apenas abrir os olhos?	98
2.5.8 Como o sistema visual humano está equipado?	99
2.5.9 Como o sistema visual humano percebe o objeto às formas de visualização	100
2.5.10 Então, qual é o produto da visão?	106
2.5.11 Por que enxergamos em duas dimensões e meia? Por que não enxergamos em três dimensões?.....	106
2.5.12 Sistema de coordenadas	107
2.5.13 Como as pessoas reconhecem as formas?.....	111
2.5.14 Donald Hoffman (2000) nos diz que somos mestres em fazer partes ..	115
2.5.14.1 Por que as partes são tão importantes para o reconhecimento do objeto?	117
2.5.15 Quando devemos confiar na visão?	118
2.5.16 Quantos de nós vêem?.....	120
2.5.17 O desenvolvimento infantil da visão.....	120
2.5.18 O problema fundamental da visão	122
2.5.19 Isso faz a tarefa soar impossível	123
2.5.19 O que uma pessoa privada da visão veria após quatorze anos?	126
2.5.20 O problema fundamental de ver a profundidade.....	130
2.5.21 O papel fundamental das regras da visão	132
2.5.21.1 Regras da visão genérica segundo Donald Hoffman (2000).....	133
2.6 Processos importantes na busca dos fundamentos sintáticos do alfabetismo visual	141
2.6.1 Composição	141
2.6.2 Criação de mensagens visuais	142
2.6.3 Equilíbrio.....	144
2.6.4 Estrutura visual de uma mensagem.....	146

2.6.4.1 Elementos básicos da comunicação visual	148
2.7 Anatomia da mensagem visual	155
2.8 A dinâmica do contraste.....	161
2.9 As técnicas são as estratégias de comunicação	164
2.10 Inteligência visual aplicada	167
2.11 Função e mensagem.....	172
CAPÍTULO 3. MEMÓRIA, COMPREENSÃO, APRENDIZAGEM, MAPAS MENTAIS, CÉREBRO E RACIOCÍNIO.....	179
3.1 Memória.....	180
3.1.1 Tipos de memória	182
3.1.2 Os mecanismos cerebrais da memória.....	182
3.2 Dificuldades no aprendizado da leitura.....	184
3.3 Processos de relembrar durante e após a aprendizagem segundo Tony Buzan (1996)	186
3.3.1 Como relembrar “durante a aprendizagem”	186
3.3.2 Como relembrar “após o período de aprendizagem”	188
3.4 Memória – teoria e técnicas de revisão	190
3.5 Mapas mentais.....	194
3.5.1 A natureza multiordenada das palavras – palavras-chave – versus apontamentos segundo Tony Buzan (1996).....	194
3.5.2 As leis ou as normas dos Mapas Mentais.....	197
3.5.2.1 Uma história linear do discurso e da palavra	197
3.6 Como o cérebro humano tem sido governado – por quê o desempenho não se iguala ao potencial.....	200
3.7 A complexidade da organização cerebral	201
3.7.1 O cérebro e seu mapeamento mental.....	204
3.8 Mas o que é Mapa Mental?	204
3.8.1 Benefícios	204
3.8.2 Aplicações	205
3.8.3 Como desenvolvê-lo	206
3.9. Mapas mentais e os hemisférios: esquerdo e direito	207
3.10 Mapas Mentais para aulas	208

3.11 Raciocínio	212
CAPÍTULO 4. O PROCESSO HISTÓRICO PEDAGÓGICO RELATIVO A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO	216
4.1 O cognitivismo ou a psicologia da cognição.....	216
4.2 A construção do conhecimento na educação	218
4.3 O sujeito como sistema cognitivo	228
Processador de informação e construtor de significados	228
4.4 A construção humana através das idéias de Vygotsky	230
Relação indivíduo/sociedade	230
4.5 Relações entre pensamento e linguagem	237
4.6 Aquisição da linguagem escrita.....	239
4.7 Interação entre aprendizado e desenvolvimento: a zona de desenvolvimento proximal	241
4.8 O processo de formação de conceitos e o papel desempenhado pelo ensino escolar	247
4.9 Algumas implicações educacionais da abordagem Vygotskyana.....	250
4.10 A construção humana através da aprendizagem significativa: David Ausubel	260
4.11 Assimilação e Assimilação Obliteradora	269
4.12 Hierarquias conceituais	273
4.13 Aquisição e uso de conceitos	275
4.13.1 Como os conceitos são adquiridos?	275
4.13.2 Como os conceitos adquiridos são usados?.....	278
4.13.3 Aspectos desenvolvimentais na aquisição de conceitos.....	279
4.13.4 Aquisição e uso de conceitos na escola	281
4.13.4.1 Considerações e pontos importantes a serem considerados	283
4.14 Um modelo para planejar a instrução.....	285
4.15 Mapas Conceituais	289
4.15.1 O que é um Mapa Conceitual	290
4.15.1.1 Utilização dos mapas conceituais	292

4.16 Suporte teórico dos mapas conceituais à luz de Ausubel, Novak e Gowin	294
4.17 Bruner e a busca disciplinar	298
4.18 Organização dos conteúdos	299
4.19 Na concepção construtivista: como se produzem os processos de aprendizagem	304
CAPÍTULO 5. MODELO	308
5.1 Introdução ao novo modelo	309
5.1.1 Aprendemos a informação visual de várias maneiras	310
5.1.2 As linguagens como estruturas de símbolos representacionais	312
5.1.3 Elementos Básicos – Caixa de ferramenta das comunicações visuais	314
5.1.4 Elementos básicos manipulados pelas técnicas	315
5.1.5 Sistema visual humano – o principal elemento básico a ser conhecido	315
5.1.6 As técnicas	316
5.1.7 O que fazemos quando vemos?	317
5.1.8 Será esse o motivo que move aquele que é visualmente ativo a aprender melhor?	318
5.1.9 Expressão visual produto da inteligência complexa	319
5.1.10 Instrumento olho – duas dimensões e meia	321
5.2 Razão principal do modelo	322
5.3 Enxergamos em duas dimensões e meia – como visualizar objetos? ...	322
5.4. Organizador prévio – conhecimento sobre o sistema visual	324
5.5. A organização das informações no cérebro	325
5.6 A organização das informações sobre o material da técnica representativa	326
5.7 Mudança da estrutura lógica	327
5.8 Por quê tanta dificuldade em aprender através do sistema bi-projetivo?	329
5.8.1 Paralelo com as dificuldades da escrita	329
5.8.2 Movimento	332
5.9 Reestruturação lógica – conteúdos relevantes	334
5.10 Como manter a capacidade de lembrar?	335
5.11 A importância da linguagem no processo da pré-visualização	336

5.12 O constructo de equilíbrio vertical-horizontal e seus ajustamentos	338
5.13 Exemplo de construção	339
5.14 Fundamentação da estrutura do modelo	341
5.15 Constituição técnica	342
5.16 Estrutura prática do novo modelo	344
5.16 Estrutura prática do novo modelo	345
5.16.1 Visualizar requer experiência e aprendizado	345
5.16.2 Mas qual é o produto da visão?	346
5.16.3 Por que não enxergamos em três dimensões?	348
5.16.4 Processo de visualização	349
5.16.5 O conhecimento do objeto tal como ele é percebido pelo ser humano.	350
5.16.6 Sistema de coordenadas	355
5.16.7 Eixo mental – organizador do nosso senso de forma	358
5.16.8 Como as pessoas reconhecem as formas?	359
5.16.9 Com estas opções sobre o reconhecimento de formas, como podemos dizer o que a mente realmente faz?	361
5.17 Elementos básicos necessários à construção de objetos	363
5.17.1 Representação da reta desenvolvido através da Teoria da Rotação Mental e segundo um referencial por meio da descoberta orientada	363
5.17.2 Representação do plano desenvolvido através da Teoria da Rotação Mental e segundo um referencial por meio da descoberta orientada	371
5.17.3 Pertinência das várias orientações de uma reta em seus respectivos planos, trabalhando a associação dos conhecimentos prévios internalizados conjuntamente com a teoria da rotação mental	374
5.17.4 Pertinência de um triângulo (uma figura) qualquer em um plano, numa posição qualquer, utilizando os conhecimentos prévios de forma associativa	379
5.17.5 Determinação da verdadeira grandeza	381
5.17.6 Rebatimento através da Teoria da Rotação mental	381
5.17.7 Mudança de plano através do deslocamento do observador	382
5.17.8 Construção final do objeto – prisma reto de base triangular apoiado em um plano qualquer	383
5.18 Modelo planejado de acordo com a teoria de Ausubel	389
5.19 Descrição do Mapa Mental/Conceitual do modelo	391
5.20 Trabalho individual – projeto	392
5.21 Reconhecimento e utilidade do conteúdo – versus – autonomia	399
5.22 Professor no exercício da autonomia	400

5.23 Construção que promove da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa	402
5.24 Construção que promove a aprendizagem significativa	403
5.25 Mapeamento do modelo convencional.....	404
5.26 Mapeamento do modelo redesenhado	405
CAPÍTULO 6. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS.....	406
6.1 Método científico para validar o modelo	406
6.1.1. Ferramenta de Análise.....	406
6.1.2 Justificativa	406
6.1.3 Objetos de Análise	406
6.1.4 Público alvo a ser analisado	407
6.1.5 Metodologia de construção.....	407
6.1.6 Objetivo.....	407
6.2 Estruturação e análise da ferramenta.....	407
6.3 Mapeamentos dos critérios analisados.....	419
6.4 Descrição da análise do mapeamento dos critérios do Novo <i>Redesign</i>, aplicado e experimentado pelos alunos, comparados com a estrutura do Modelo Convencional.	420
6.5 Mapas mentais/conceituais e projetos individuais dos alunos	428
CAPÍTULO 7. CONCLUSÕES, CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	451
7.1 Conclusões	451
7.2 Considerações Finais	453
7. 3 Sugestões para futuros trabalhos	458
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	459

Lista de Figuras

Figura 2.1	Estrutura do olho	66
Figura 2.2	Fotomicrografia	67
Figura 2.3	Captura de uma linha pelos cones	68
Figura 2.4	NGL	70
Figura 2.5	Potenciais de ação de um neurônio 1	71
Figura 2.6	Potenciais de ação de um neurônio 2	72
Figura 2.7	Neurônios	74
Figura 2.8	Visão de uma prateleira com porcelana Chintz	84
Figura 2.9	Circunvolução lingual e fusiforme próxima da área primária V1	85
Figura 2.10	Trajetos dos olhos até V1	86
Figura 2.11	Minhoca de Neon	88
Figura 2.12	Cores embaralhadas Jan Konderink	90
Figura 2.13	Forma de bolinhos	92
Figura 2.14	Ondulação	113
Figura 2.15	Desenho do deserto de Tyler	115
Figura 2.16	Cubo de Necker	127
Figura 2.17	Cubo de Necker e Kopfermann	129
Figura 2.18	Figura de Kopfermann	133
Figura 2.19	Figura um pouco deslocada	133
Figura 2.20	Figura genérica e assimétrica	134
Figura 2.21	Figura assimétrica e não genérica	135
Figura 2.22	Cimos de duas mesas	136
Figura 2.23	Desenho do meio tem forma de um osso de cachorro	137
Figura 3.1	Gráfico de lembrar durante e após a aprendizagem	187
Figura 3.2	Gráfico da capacidade humana de lembrar – aumenta e diminui	188
Figura 3.3	Gráfico da revisão adequadamente efetuada	190
Figura 3.4	Discurso entendido como processo linear	196
Figura 3.5	Rede interior da mente	198
Figura 3.6	Estrutura de conceitos	274
Figura 6.1	Projeto símbolo gráfico do aluno V	430
Figura 6.2	Projeto Grampeador do aluno KL	432
Figura 6.3	Projeto Pistola D'água do aluno RT	435
Figura 6.4	Projeto Mouse do aluno RA	437
Figura 6.5	Projeto Barco à Vela do aluno F	440
Figura 6.6	Projeto Casa da aluna K	442
Figura 6.7	Projeto Violão da aluna KY	444
Figura 6.8	Projeto tTabela de Basquete do aluno R	447
Figura 6.9	Projeto Apontador do aluno L	450

Lista de Siglas

2D ½	Duas dimensões e meia.
3 D	Três dimensões.
VG	Verdadeira Grandeza
NGL	Núcleo geniculado lateral.
V1	Áreas visuais primária.
V4	Áreas visuais que tem melhor correlação com a cor e a forma percebida
ZPD	Zona de desenvolvimento proximal.
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process.</i>
MACBETH	<i>Measuring Atractivenes by a categorical based Evaluation Technique</i>
MAHIMMC	Método de Análise Hierárquica Integrativa através do Mapa Mental/Conceitual

Resumo

Este trabalho tem por objetivo central propor um *redesign* das informações em nível contextual, organizacional e metodológico, a respeito do desenvolvimento de habilidades representativas gráficas construtivas e visuais, relativas a técnica sobre o sistema bi-projetivo de monge, com a finalidade de melhorar e facilitar a organização, o registro e a recuperação das informações. trabalhados através de organizadores prévios, sobre o sistema visual humano e as formas de reconhecimento humano de objetos, em várias direções, em movimento, através da teoria da rotação mental por meio de uma descoberta orientada, os alunos percebem a trajetória da construção da técnica, possibilitando, com isto, o desenvolvendo raciocínio e visão espacial. técnica esta, desenvolvida através de uma estrutura lógica compatível ao funcionamento visual humano. por sua vez, quando auxiliado por um processo de revisão durante e após a aprendizagem bem estruturado, mantêm o nível de compreensão e memorização sempre elevados, em harmonia. e, quando, estreitamente ligado ao processo de construção dos mapas mentais/conceituais por apontamentos, através de conceitos fortemente associados, desenvolve a habilidade de organização individualizada, sem se desviar do foco, facilitando, com isto, a elaboração do mapa cognitivo interno. promovendo, desta forma, a diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa na construção da técnica representativa do mundo dos objetos.

Abstract

This work has a goal the proposal of an information *redesign* at contextual, organizational and methodological level, with regards to the development of graphical, constructive and visual representation skills, related to the bi-projective Monge system, with the objective of improve and facilitate the organization, the recording and the recall of information. Worked through previous organizers, on the human visual system and the way humans recognize objects in several directions and in movement – theory of mental rotation, though an oriented Discovery - the students notice the trajectory of the construction of the technique, allowing the development of reasoning and spatial vision. This technique was developed by a logical structure compatible with the functioning of human vision. When used with a revision process during and after learning, it keeps the comprehension and memorization levels high and in harmony, and when closed linked to the mental/conceptual maps construction process, through concepts associated, develops and individual organization skill, without loosing focus, making easy, in this way, making the internal cognitive map. Promoting, in this way, a progressive differentiation and integrate reconciliation of the representation technique in the objects world.

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

A inteligência racional já vem sendo estudada há muito tempo. E, em parte devido aos progressos recentes da neurociência e da psicologia, começamos a analisar a inteligência emocional. Mas somos bastante acéticos, analfabetos, em relação a inteligência visual, a não ser em casos como o do Sr. P, citado por Hoffman (2000) em sua obra, onde são reveladas situações em que a visão é atingida por um derrame. O Sr. P conservou a memória e inteligência notável após sofrer um derrame cerebral. Manteve a capacidade de ler e de conversar, e entrosava-se bem com as pessoas. Sua visão na maioria dos aspectos, era normal, porém não conseguia reconhecer o rosto das pessoas ou animais. Consequia ver os olhos, nariz e boca nitidamente, mas eles não se juntavam, as partes não se integravam, não se reuniam para formar a imagem de um rosto normal. Pareciam estar desenhados num quadro-negro. Deduzia que era homem ou mulher pelas roupas, cabelo ou bigode. O seu próprio rosto, visto no espelho, era estranho, desintegrado. O Sr P. havia perdido uma parte essencial de sua inteligência visual.

Esta nossa falta de conhecimento a respeito da visão é a própria inteligência visual. A visão em geral é algo tão rápido e tão seguro, tão fidedigno e tão legítimo e informativo, e supostamente ocorre tão sem esforço, que julgamos que ela é, de fato, algo que não necessita de esforço. Mas a facilidade veloz da visão, tal como a facilidade elegante de um esquiador, ela é ilusória. Por trás da elegância do esquiador estão anos de treinamento rigoroso, e por trás da facilidade veloz da visão está uma inteligência tão extensa que ocupa quase a metade do córtex cerebral. Nossa inteligência visual interatua intensamente com nossa inteligência racional e emocional, e, em muitos casos, as precede e conduz. Compreender a inteligência visual é compreender em grande parte, quem somos.

É também compreender sobre a nossa cultura visual, na qual, como se diz, a imagem é tudo. Considere por exemplo o nosso lazer. Os efeitos visuais nos atraem nos cinema que levam como filmes *Guerra nas estrelas* e *Parque dos*

Dinossauros a recordes de bilheteria. Os videoclipes musicais nos apresentam mundos visuais surrealistas, e geram estações de TV como a MTV e a VH-1. Os videogames absorvem crianças e adultos por hora a fio, e inflam os lucros das companhias como a SEGA e a Nintendo. A realidade visual, popularizada em filmes como *Disclosure* e *Lawnmower Man*, podem mergulhar em mundos visuais de um realismo sem precedentes, e promete transformar não apenas a diversão como também a arquitetura, a educação, a produção industrial e a medicina (HOFFMAN, 2000).

Como característica de nossa cultura, optamos de acordo com nosso tempo e bolso, e, ao menos no caso de entretenimento, nossa escolha é clara. Da mesma forma que apreciamos boa literatura que estimule nossa inteligência racional, ou uma história que comova nossa inteligência emocional, também buscamos apreciar uma mídia visual que desafie a nossa inteligência visual.

Consideramos por outro lado, o marketing, a publicidade que manipulam nossos hábitos aquisitivos com imagens sofisticadas. As corporações gastam milhões com *outdoors*, embalagens, anúncios de revistas e comerciais de televisão. Suas imagens podem influenciar de forma tão poderosa nosso comportamento que suscitam controvérsias em alguns momentos.

Se nós pretendemos ver algo, é, sem dúvida, essencial entender a inteligência visual, para o planejamento de um marketing visual efetivo, comprar algo, executar um projeto, a compreensão da inteligência visual pode ajudá-lo a ter indicações sobre o que está sendo feito e como isto está sendo feito.

Baseada em pesquisas mais recentes sobre a visão, a mais surpreendente talvez seja a seguinte: “a visão não é um mero produto da percepção passiva, ela é um processo inteligente de construção ativa”. O que você vê, é aquilo que sua inteligência visual constrói. Tal como os cientistas constroem inteligentemente teorias úteis baseadas em evidências experimentais, nosso sistema visual constrói

de forma inteligente, mundos visuais com base em imagens nos olhos. A principal diferença é que as construções dos cientistas são feitas conscientemente, mas aquelas da inteligência visual, são feitas em sua maior parte, inconscientemente (DONDIS, 2000, p.10).

O poder construtivo da inteligência visual tem fascinado, por muito tempo, os pesquisadores da visão. Como pode a visão juntar as panóplias infindáveis de cores, formas e movimentos que vemos à nossa volta no mundo 'real'? Como pode dar forma de um maníaco a uma massa de metal, no mundo do *Exterminador do Futuro 2*? Como pode abrir diante de nós um mundo em três, quando assistimos com óculos especiais em 3D? Como pode "ir ousadamente, onde homem algum esteve antes", não apenas através de novos mundos ainda mais estranhos, revelados pelas câmaras do telescópio Hubblee, sondas como Voyager e Pioneer, mundo para os quais o olho não é, obviamente, adaptado? (DONDIS, 2002, p.11).

A visão revelou muitos segredos físicos, neurobiológicos, psicológicos da percepção e pesquisadores da visão computacional. Mas muitos segredos interessantes ainda estão por ser desvelados.

Para alguns, a ciência é como uma máquina de ceifar, que metodicamente ceifa trigo: a ciência metodicamente abate questões que antes não tinham resposta, deixando sempre menos espaço para o mistério. Mas a nossa exploração da inteligência visual irá sugerir que a ciência é mais como uma ilha: "Quanto maior é a ilha de conhecimento, mais extensa é a faixa litorânea de curiosidade," observou o pregador Ralph W. Sockman, citado por Hoffman, 2000. Para cada pergunta que respondemos, surgem mais dez novas perguntas, e para cada nova exploração da natureza, surgem perspectivas inteiramente novas".

Nossa ilha de conhecimento visual cresceu imensamente nas últimas décadas, mas nós só conseguimos alcançar alguns pontos.

A inteligência visual é uma trilha até a mente e o coração de um cliente; e compreender a inteligência visual é a chave para navegar com sucesso por aquela trilha.

A inteligência visual explica por que seu cérebro dedica milhões de seus preciosos neurônios e trilhões de suas preciosas sinapses à visão, por que cada um dos seus olhos contém dentro de si mais poder computacional do que os mais velozes computadores produzidos atualmente. Para construir mundos virtuais fascinantes, é preciso compreender a inteligência visual e como ele constrói realidades visuais.

1.1 Justificativa

Dondis (2000) nos diz que:

- É extremamente visível a forte tendência e a preferência da informação visual no comportamento humano. Buscamos um reforço visual em nosso comportamento por muitas razões: a mais importante delas é o caráter direto da informação, a proximidade da experiência real.
- A informação visual humana é fundamental no aprendizado para que possamos compreender o meio ambiente e reagir a ele.
- O alfabetismo visual significa que um grupo compartilha o significado atribuído a um corpo comum de informações.
- A expressão visual significa muitas coisas, em muitas circunstâncias e para muitas pessoas. É produto da inteligência humana de enorme complexidade, da qual temos um conhecimento muito rudimentar.

Em decorrência de experiências vivenciadas em sala de aula, ano após ano, percebidas as mais variadas dificuldades de entendimento dessa linguagem

visual, analisando passo a passo através da observação, podemos perceber, dentre tantas dificuldades, os seguintes aspectos:

- Se, a expressão através da linguagem visual gráfica é um meio de comunicação universal, por quê há tanta dificuldade de aprendizado?
- Por quê os alunos não conseguem receber as informações que estão sendo transmitidas?
- Por quê os alunos não conseguem perceber o significado de cada elemento e a relação do elemento na formação do todo, da imagem do objeto, a ser construído?
- Se, é uma disciplina que tem como principal objetivo, o desenvolvimento do raciocínio e a visão espacial, por quê não atingimos esse desenvolvimento?
- Por que, os alunos não percebem a aplicabilidade do conteúdo desenvolvido às novas situações, provocando falta de interesse por parte dos alunos em relação à disciplina.

Pensando, nesses aspectos, percebemos que havia uma incompatibilidade na transmissão e na recepção destas informações.

Quais eram os motivos?

- Havia uma deficiência na estrutura organizacional do conteúdo sobre o ensino-aprendizagem do sistema bi-projetivo.
- Havia falta de conhecimento prévio de ancoragem que desse sentido e significado ao conteúdo a ser desenvolvido, ocasionando uma dificuldade muito grande na compreensão e memorização das informações propostas pelo conteúdo.
- Na verdade, a mensagem enviada não chegava ao destino.
- O conteúdo era desenvolvido dentro de um contexto no qual as informações pareciam funcionar sem integração com o sistema visual humano, e sem relação entre o assunto que estava sendo desenvolvido no

momento seguinte ou anterior, dificultando desta forma, a compreensão, a memorização das informações propostas pelo sistema bi-projetivo.

- Em resumo, não havia, portanto, por parte dos alunos um processamento cognitivo destas informações – uma estrutura lógica de raciocínio, que delineasse uma trajetória, que possibilitasse este processamento.

Mas essa simples descoberta era ainda muito pouco, na solução de todo o problema. Tínhamos que buscar outras informações, envolvidas em outras áreas, que pudessem preencher as lacunas existentes e tirasse esse conteúdo do isolamento que o mesmo se encontrava. Mas podemos garantir, que foi o início do processo, porque resultou na busca de possíveis soluções.

Havia, no entanto, necessidades urgentes de uma análise na estrutura da disciplina para detectar as possíveis falhas que estavam ocorrendo na transmissão das informações sobre o método bi-projetivo de Monge. Este tipo de conhecimento precisava estar enriquecido por conhecimentos prévios, como fundamento para aquisição de novos, até então não existentes, para dar suporte e realismo ao que se pretendia aprender. Se o objetivo é desenvolver o raciocínio e a visão espacial, através de uma linguagem visual, como desenvolvê-la, sem antes conhecer, mesmo de modo não tão profundo, um pouco sobre o nosso próprio sistema visual e sobre o nosso cérebro, responsáveis por este processo.

Tony Buzan (1996, p.25) em seu livro “*Saber Pensar*” nos diz que mesmo recorrendo ao auxílio de microcomputadores e microscópios eletrônicos com tecnologias mais avançadas possíveis, temos de admitir que a soma de conhecimentos acumulados é provavelmente inferior a 1% daquilo que existe para ser conhecido. “Quando determinado teste parecer ter provado que a mente funciona de uma determinada maneira, surge imediatamente outro que nos dá informações muito diferentes ou um ser humano cujo cérebro nos obriga a repensar tudo de novo. E ainda continua ele.” aquilo que se pode concluir dos esforços feitos até o momento é que a mente é infinitamente mais sutil do que

alguma vez se pensou, e que todos aqueles que possui o que ironicamente se designa por uma mente “normal”, tem muito mais capacidades e potenciais do que previamente se pensava”.

Talvez parte dessa nossa limitação se deve a falta de desenvolver os conhecimentos relacionando-os, com o maior número de informações possíveis e que fazem parte diretamente do conhecimento a ser aprendido, e que, por sua vez, dão sustentação facilitando o processo de ensino-aprendizagem da área específica e de outras áreas relacionadas a ela. Com isso, melhorando e ampliando simultaneamente a nossa capacidade de conhecimento, ativando o maior número de áreas do cérebro, aumentando o nosso potencial.

A maioria das disciplinas científicas, apesar de suas aparentes diferenças de objetivos, encontram-se em situação de convergência para um vórtice, cujo o centro é a mente. E que quando é pedido às pessoas que desenvolvam uma área mental que é previamente fraca, pouco desenvolvida, por falta de conhecimento a respeito, este desenvolvimento, ao invés de contribuir para diminuição de outras áreas, parece produzir um efeito sinérgico mediante o qual todas as áreas de desenvolvimento mental melhoram (BUZAN, 1996, p.26).

Quando nos descrevemos como talentosos em determinadas áreas e como não talentosos noutras, aquilo que realmente estamos descrevendo são as áreas do nosso potencial que desenvolvemos com sucesso e aquelas outras que ainda permanecem adormecidas, e que poderiam com trabalho adequado, vir a acordar. Ambas as partes do cérebro, devem se desenvolver simultaneamente (BUZAN, 1996, p. 29-28).

Buscamos, então, um *redesign* da informação em nível contextual, organizacional e metodológico a partir do sistema visual e das formas de visualização humana em várias orientações, em movimento, através da teoria da rotação mental de Cooper e Shepard, comprovadas por Tarr e Pinker; dos processos de

compreensão e memorização de Tony Buzan; dos processos de fazer Mapas Mentais/Conceituais através de recordar e relembrar por apontamentos e da teoria significativa de Ausubel, que de forma conjunta oportunizassem o desenvolvimento integral do aluno, e que pudessem proporcionar condições mais plenas de absorver o conteúdo e possibilitasse a construção de uma estrutura lógica de raciocínio espacial em busca do desenvolvimento da visão espacial na construção dos objetos.

Neste sentido, propomos uma nova estrutura contextual, organizacional e metodológica para o ensino do método bi-projetivo que Monge, de será estruturada neste modelo.

1.2 Estabelecimento do problema

De que forma o *redesign* das informações em nível contextual, organizacional e metodológico podem amenizar as dificuldades no processamento das informações a respeito da construção dos objetos através de imagens em 2D1/2 e sua visualização em 3D em várias orientações, em movimento; e de que forma este *Redesign* pode assegurar a melhoria da qualidade de ensino-aprendizagem e atualização dos profissionais da área gráfica?

1.3 Objetivos gerais e específicos

1.3.1 Objetivos gerais

Este trabalho tem por objetivo central propor um *redesign* das informações em nível contextual, organizacional e metodológico a respeito do desenvolvimento de habilidades representativas gráficas construtivas e visuais relativas a técnica do sistema bi-projetivo de Monge com a finalidade de melhorar e facilitar a organização das informações, o registro das informações e a recuperação das informações no desenvolvimento do raciocínio e visão espacial.

1.3.2 Objetivos específicos

- Demonstrar a necessidade dos conhecimentos prévios sobre o sistema visual humano para o entendimento da técnica representativa.
- Propiciar o desenvolvimento e a reorganização da técnica de acordo com o funcionamento fisiológico visual e aos processos perceptivos humanos como organizadores prévios e educadores das estratégias compositivas para determinar os rumos do conteúdo a ser conhecido.
- Mostrar a importância da hierarquização dos conteúdos para a organização do cérebro, através da organização cognitiva previamente estabelecida.
- Utilizar na prática a teoria da rotação mental para o desenvolvimento da percepção visual do movimento como facilitador do processo de desenvolvimento do raciocínio e visão espacial.
- Evidenciar como a estrutura lógica organizada da técnica representativa redesenhada desenvolve o raciocínio, a compreensão, memorização (registro) e a recuperação das informações.
- Comprovar que a estrutura lógica organizada associada à construção dos mapas mentais/conceituais por apontamentos possibilita a elaboração do mapa cognitivo interno do aluno.
- Demonstrar que o processo de relembrar durante e após a aprendizagem amplia o raciocínio e a memória.
- Possibilitar a constatação de que o processo de construção do conhecimento é individualizado.
- Proporcionar através do *Redesign* motivação interna no aluno.
- Verificar as diferentes forma de processamento da informação através do Mapa Mental/Conceitual individual e projeto individual do aluno.
- Promover a aprendizagem significativa através da diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.
- Desenvolver uma ferramenta de análise compatível à construção dos mapas mentais/conceituais por apontamentos.

- Analisar comparativamente a estrutura convencional e o modelo redesenhado.
- Interpretar as implicações na aprendizagem dos alunos ao *Redesign* aplicado.
- Evidenciar a importância da necessidade de um conhecimento mais próximo da realidade e de qualidade, para que nos tornemos verdadeiramente alfabetizados.

1.4 Hipótese geral

A hipótese geral levantada neste trabalho é de que modo um *redesign* contextual, organizacional e metodológico bem estruturado, baseado em teorias sobre os processos fisiológicos, perceptivos e pedagógicos contribui para que o aluno compreenda e memorize e desenvolva o raciocínio e visão espacial, no domínio e na resolução de problemas na área de projeto gráfico, com base na construção humana.

1.5 Delimitações

Devido à diversidade das tarefas que contempla o processo de construção deste novo modelo serão escolhidos para análise e interpretação de dados para sua validação, o projeto individual e a construção dos Mapas Mentais/Conceituais externo, por apontamentos, dos alunos, como verificação da construção interna; enquanto que a construção do mapa cognitivo por apontamentos, não será etapa deste trabalho.

1.6 Método científico

A presente pesquisa, em relação aos métodos adotados na pesquisa, se enquadram na pesquisa qualitativa. Segundo Minayo (1999, p. 21) “ela se

preocupa com o nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis”.

Não existe um “continuum” entre qualitativo-quantitativo, em que o primeiro termo seria o lugar da “intuição”, da exploração e do subjetivismo; e o segundo representaria o espaço científico, porque traduzido “objetivamente” e em “dados matemáticos” (MYNAYO, 1999, p.22).

A diferença entre qualitativo-quantitativo é de natureza. Enquanto cientistas sociais que trabalham com estatística apreendem dos fenômenos apenas a região “visível, ecológica, morfológica e concreta” a abordagem qualitativa aprofunda-se no mundo dos significados das ações e relações humanas, um lado não perceptível em equações, médias e estatísticas.

O conjunto de dados qualitativos, porém, não se opõem. Ao contrário, se complementam, pois a realidade abrangida por eles, interage dinamicamente, excluindo qualquer dicotomia.

A pesquisa é um labor artesanal que, que se não prescinde da criatividade, se realiza fundamentalmente por uma linguagem fundamentada em conceitos, proposições, métodos e técnicas, linguagem esta que se constrói com um ritmo próprio e particular. A esse ritmo, denominamos de ciclo da pesquisa, ou seja, um processo de trabalho em espiral que começa com um problema ou uma pergunta e termina com um produto provisório capaz de dar origem a outras investigações (Minayo, 1999). Uma vez que a pesquisa não pretende enumerar nem medir eventos estudados, nem emprega instrumental estatístico na análise dos dados, ela é considerada qualitativa. A pesquisa qualitativa tem um ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento chave. Os

pesquisadores desta linha estão preocupados com o processo e não simplesmente com os resultados e o produto.

Segundo Goldenberg (2001) nas abordagens que privilegiam a compreensão do significados dos fatos, as abordagens qualitativas não se preocupam em fixar leis para se produzir generalizações. Os dados da pesquisa qualitativa objetivam uma compreensão profunda de certos fenômenos sociais apoiados no pressuposto da maior relevância do aspecto subjetivo da ação. Contrapõem-se, assim a incapacidade da estatística de dar conta dos fenômenos complexos da singularidade dos fenômenos que não podem ser identificados através de questionários padronizados.

“A combinação de metodologias diversas do mesmo fenômeno conhecida como triangulação, tem o objetivo de abranger a máxima amplitude na descrição, explicação e compreensão do objeto de estudo” (GOLDENBERG, 2001, p.63).

Enquanto os métodos quantitativos pressupõem uma população de objetos de estudos comparáveis, que fornecerá dados que podem ser generalizáveis, os métodos qualitativos poderão observar, diretamente, como cada indivíduo, grupo ou instituição experimental, concretamente, a realidade pesquisada.

A pesquisa qualitativa é útil para identificar conceitos e variáveis relevantes de situações difíceis de quantificar como sentimentos, motivações, crenças e atitudes individuais. A premissa básica de integração, do qualitativo e o quantitativo repousa na idéia que os limites de um método poderão ser contrabalançados pelo alcance do outro. O método qualitativo e quantitativo nesta perspectiva deixam de ser percebidos como opostos e para serem vistos como complementares (GOLDENBERG, 2001, p.63).

Segundo Gil (2002), com “base em seus objetivos gerais” é possível classificar a pesquisa em três grandes grupos:

- Exploratória: Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.
- Descritiva: A pesquisa descritiva tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então o estabelecimento de relações entre as variáveis e além desta simples identificação, pretendem ainda determinar a natureza dessa relação. Nesse caso tem-se uma pesquisa descritiva que se aproxima da explicativa. Há, porém, pesquisas que, embora definidas como descritivas com base em seus objetivos, acabam servindo mais para proporcionar uma visão do problema, o que se aproxima das pesquisas exploratórias.
- Explicativa: Essas pesquisas têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica o porquê das coisas. Nas ciências naturais valem-se quase exclusivamente do método experimental. Nas ciências sociais, a aplicação deste método reveste-se de muitas dificuldades, razão pelo qual se recorre a outros métodos, sobretudo ao observacional.

E com base nos procedimentos técnicos utilizados a pesquisa pode ser classificada em dez grupos:

- Bibliográfica: Pesquisa desenvolvida exclusivamente a partir de fontes bibliográficas.

- Documental: Assemelha-se a pesquisa bibliográfica. A diferença entre ambas está na natureza das fontes. Enquanto a pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de materiais que não recebem um tratamento analítico, ou ainda que podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa.
- Experimental: este tipo de pesquisa consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. Mais propriamente experimentos em laboratórios.
- *Ex-post-facto*: A partir do fato passado, verificar a ocorrência de variações na variável dependente do curso natural dos acontecimentos.
- Estudo de coorte: Este estudo refere-se a um grupo de pessoas que tem uma característica comum, constituindo uma amostra a ser acompanhada durante um período de tempo, para se observar e analisar o que acontece.
- Levantamento: as pesquisas deste tipo caracterizam-se pela interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer.
- Estudo de Campo: Apresenta-se muitas semelhanças com o levantamento. De modo geral pode-se dizer que o levantamento tem maior alcance e o estudo de campo maior profundidade.
- Estudo de Caso: É uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada nas ciências biomédicas e sociais. Consiste em estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

- Pesquisa-ação: Pode ser definida como Thiollent (1985, p. 14) citado por Gil (2002), "...é um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo e participativo". Exige envolvimento ativo do pesquisador e ação por parte das pessoas ou grupos envolvidos no problema. Vem sendo reconhecida como muito útil, sobretudo, por pesquisadores identificados por ideologias "reformistas" e "participativas". Segundo Thiollent apud Gil (2002), geralmente supõe uma forma de ação planejada, de caráter social, educacional, técnico e outro.
- Pesquisa participante: Assim como a pesquisa-ação caracteriza-se pela interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas. Por sua vez, envolve, entre ciência popular e ciência dominante.

Mediante a exposição de Gil (2002), este trabalho de pesquisa o *redesign* das informações em nível contextual e organizacional e metodológico se aproxima mais em relação ao objetivo geral a uma pesquisa exploratória, porque envolve a familiarização e cientificação da existência da relevância do problema; presentes desde a etapa inicial como definição do problema e durante todo o processo para justificar a existência do problema. É descritiva, porque os dados passaram por processos de descrição estabelecendo a relação entre as variáveis. E é explicativa, porque explica o porque das coisas, como auge de todo o processo de pesquisa em que se fará uma análise dos processos de construção dos Mapas Mentais/Conceituais e Projeto Individuais e como síntese para a construção dos resultados da pesquisa.

Embora este novo modelo seja bastante flexível é elaborado de forma sistemática em busca do estabelecimento de relações entre as possíveis variáveis contextuais e organizacionais, determinando da natureza dessa relação e reformulação

vivenciadas na prática. O que sabemos, é que este trabalho de pesquisa, desenvolvidos através deste novo modelo, enfatiza segundo Goldemberg (2001, p.49-50) “as particularidades de um fenômeno em termos de seu significado para o grupo pesquisado”.

Quanto aos procedimentos técnicos se aproxima mais a um tipo de pesquisa-ação aplicada, porque é um tipo de pesquisa que surgiu dentro da sala de aula, com base empírica, das dificuldades experimentadas pelos alunos na prática, e, reestruturadas em vários momentos com a estreita participação e colaboração dos alunos. Por meio de percepções experienciadas na prática, houve sucessivas reformulações com base na participação dos alunos.

Como a abordagem da pesquisa é qualitativa, a quantidade é, então, substituída pela intensidade, pela imersão profunda – através da observação participante, por um período de tempo de quatro semestres – vivenciadas no exercício das atividades de ensino e da análise de diferentes fontes de informações que podem ser cruzadas, associadas e integradas; e, que atingem níveis de compreensão que não podem ser alcançados através de uma pesquisa quantitativa. Segundo Goldemberg (2001) “o pesquisador qualitativo buscará fatos e casos exemplares que possam ser reveladores da cultura em que estão inseridos”.

O número de pessoas é menos importante do que a persistência em enxergar a questão sob o ponto de vista de várias perspectivas, em vários ângulos, em várias direções e ainda em movimento através do seu significado.

1.7 Metodologia de trabalho

Este trabalho tem como princípio o desenvolvimento de habilidades visuais gráficas construtivas a partir de um *Redesign* em nível contextual, organizacional e metodológico do sistema bi-projetivo de Monge.

Participarão da pesquisa alunos dos cursos de Engenharia Mecânica, de Engenharia Sanitária, de Comunicação e Expressão Visual e de Matemática da Universidade Federal de Santa Catarina.

Em etapas, os alunos produziram, a partir das informações recebidas através do *Redesign*, segundo a nova metodologia proposta, mapas mentais/conceituais e projeto final individual, que vieram a constituir o *corpus* desta investigação e validação.

A aplicação deste novo modelo se desenvolveu ao longo do semestre letivo, por 4 semestres, da seguinte forma:

Inicialmente, o conteúdo foi apresentado aos alunos a partir de informações sobre o sistema visual humano em relação aos aspectos fisiológicos, perceptivos e sinestésicos, e, de como nós seres humanos visualizamos objetos em movimento, através da utilização da teoria da rotação mental, já que o sistema bi-projetivo de Monge propõe construções de objetos através de imagens bidimensionais em várias direções.

A seguir, foi demonstrada aos alunos, uma visão panorâmica, integral de todo o conteúdo que envolve este sistema representativo a partir de uma estrutura de raciocínio que tem como meta o desenvolvimento do raciocínio espacial e conseqüentemente a visão espacial, que é objetivo do sistema bi-projetivo.

Durante a demonstração do conteúdo técnico, propriamente dito, sobre o sistema bi-projetivo foram utilizados um ambiente com esquemas gráficos animados, como ferramenta pedagógica, para auxiliar o desenvolvimento da capacidade de visualizar, compreender e memorizar a organização do conteúdo proposto pelo novo modelo.

Os elementos básicos que compõem a estrutura técnica de construção de objetos: a reta, o plano, e o ponto e os dois mecanismos de determinação de verdadeira grandeza: rebatimento e mudança de plano, foram reconhecidos e desenvolvidos

de forma associativa, integrativa e significativa, por meio de uma descoberta orientada, tendo como ponto de partida os conhecimentos prévios sobre o sistema visual e as formas de reconhecimento humano de objetos.

Por sua vez, utilizando-se apenas de informações relevantes e sustentadas por um suporte teórico baseado nas teorias perceptivas de Cooper e Shepard comprovadas por Tarr e Pinker; nas teorias pedagógicas de Vygotsky, Ausubel e Bruner; nos processos de revisão durante e após a aprendizagem para manter o nível de compreensão e memorização sempre elevados de Tony Buzan e nos processos de construção de mapas mentais/ conceituais por apontamentos envolvendo Buzan, Ausubel, Novak e Gowin, buscamos desenvolver um aprendizado amplo, profundo, completo e autônomo.

Como nos diz o neurofisiologista David Marr (Pinker 1999, p. 229) “a visão é um processo que produz a partir de imagens do mundo externo, uma descrição do que é útil para aquele que vê, e não um emaranhado de informações irrelevantes”.

A partir da integração destas teorias propostas por este Redesign foram desenvolvidos pelos alunos a construção dos mapas mentais/conceituais como instrumento facilitador, organizador e recuperador de informações; um reestruturador cognitivo desenvolvido através de uma estrutura lógica de raciocínio compatível ao funcionamento visual humano.

A busca desta integração serve como objeto motivador, pois não falaremos em coordenadas: abscissas, cotas e afastamentos e também não falaremos no ponto, no primeiro momento. Só mencionaremos e observaremos o ponto, quando dele necessitarmos, no decorrer do desenvolvimento, no processo.

O ensino-aprendizagem sobre o Sistema bi-projetivo de Monge tem como ponto de partida o sistema visual humano, como nosso sistema está equipado e como ele atua em relação ao processamento de qualquer tipo de imagens: seja um objeto real, uma fotografia, um cena cinematográfica, que é formada por uma série ordenada de imagens em movimento.

Seguimos através do estudo da reta, as suas possíveis orientações a serem descobertas pelos alunos segundo um referencial, que, de acordo com Pinker (1999) nos dá a idéia de localização. Há um referencial tanto do objeto, como por exemplo, a representação gráfica da reta, em relação aos planos vertical primário e horizontal secundário, quanto em relação às direções de uma reta em relação a outra direção e assim sucessivamente até reconhecermos todas as direções de reta possíveis disponibilizadas no sistema bi-projetivo.

Desta forma os alunos começaram a prestar bastante atenção na trajetória da descoberta de cada posição que uma reta pode ocupar em relação aos planos referenciais de imagem e entre as várias direções de uma reta. E, sem esforço, deram início ao desenvolvimento do seu raciocínio espacial. E ao memorizar através da construção da trajetória o caminho do seu pensar, passam a construir um mapa mental individual através da associação e integração das semelhanças e diferenças de um elemento, quando este elemento passa a ocupar direções diferentes e também entre os diferentes elementos básicos de construção em relação aos planos referenciais de imagem.

Compreendendo, memorizando e relembando o processo os alunos passam a montar o seu mapa mental/conceitual interno, a partir de uma informação externa, remodelando a sua estrutura cognitiva no processamento da informação gráfica, construindo uma seqüência lógica integrada a sua própria estrutura de funcionamento, obedecendo aos requisitos impostos pela natureza de seu próprio sistema visual, expressada através de um mapa mental/conceitual individual por apontamentos.

Simultaneamente ao desenvolvimento do sistema bi-projetivo, os alunos passaram a familiarizarem-se com a técnica representativa da imagem e a tomarem consciência de que as novas formas de contextualização e organização do conteúdo sobre o sistema bi-projetivo de Monge, são compatíveis com os recursos humanos, disponibilizados pelo sistema visual.

Uma vez, processadas as informações e descritas em seus mapas mentais/conceituais, os alunos começam a desenvolver os seus projetos trabalhos na sala de aula. Isto permite ao aluno que haja uma apropriação do conhecimento, e que eventuais dúvidas possam ser discutidas e corrigidas entre o professor e o aluno. E também, entre os próprios colegas, possibilitando uma construção compartilhada do conhecimento.

E ao usarem a sua criatividade, os alunos passam a elaborar o seu trabalho com os seus próprios recursos arquivados em sua memória através de sua reestruturação cognitiva. Com todos os conhecimentos arquivados de forma estruturada, os alunos são estimulados a desenvolverem um projeto através dos quais serão utilizados todos os conhecimentos desenvolvidos conjuntamente com a orientação do professor por meio do seu sistema visual aliado a técnica de representação baseada no sistema bi-projetivo de Monge. Elementos estes, básicos, que agora eles dispõem como ferramenta de construção, ou seja, a reta, o plano, em várias direções, o ponto e os dois mecanismos de determinação de verdadeira grandeza – rebatimento e mudança de plano – necessários à construção do objeto construído por cada um deles, de forma individual.

Enfim, os alunos passam a conhecer a origem e a estrutura de cada elemento e para que serve. Os projetos criados e desenvolvidos pelos próprios alunos, com diferentes tipos de informações associadas e integradas proporcionam significado ao seu trabalho.

Sem consulta externa, apenas através da ativação dos conhecimentos arquivados na memória de cada aluno, e facilitado pelo processo contínuo de manter sempre elevados os níveis de compreensão e memorização do material na estrutura cognitiva do aluno, durante todo o processo de desenvolvimento do conteúdo os alunos realizaram o seu próprio projeto.

Esta facilidade ocorrera devido ao *redesign* das informações trabalhadas em nível contextual, organizacional e metodológica de acordo com o nosso sistema visual, que é a estrutura prévia de conhecimento, as quais tornam o material significativo.

Como os alunos organizaram e realizaram o seu próprio projeto usando os elementos básicos como ferramentas para suas criações, ao definir o seu trabalho, os alunos recorreram aos recursos processados e arquivados na memória, para definir quais recursos serão utilizados e como serão organizados, para obterem a imagem exata do que desejam expressar. Isto pressupõe dois momentos de abstração: um, onde o aluno através de uma imagem mental, prevê a imagem final, descrevendo-a através da construção de um mapa mental que delimita a estrutura lógica que será aplicada na realização do trabalho, na construção do objeto proposto por ele; e um outro momento posterior, que se dará por ocasião da elaboração do trabalho gráfico em si, no desenvolvimento das etapas necessárias, àquilo que será desenhado, projetado para que as direções e o dimensionamento dos campos de atuação desejados sejam adequados.

A cada etapa de construção deverá ser pré-definida de forma abstrata e organizada logicamente, para então ser colocada na ordem que deverá ser visualizado. Os alunos deverão ter a percepção do todo – da direção do objeto, dos elementos básicos a serem utilizados e dos mecanismos de determinação da verdadeira grandeza, antes de começarem a descrever graficamente o que será projetado, na sua idéia inicial (desenvolvimento da visão espacial) e da trajetória da organização dos elementos básicos que serão necessários à construção (raciocínio espacial).

A partir da descrição do mapa mental/conceitual de todos os procedimentos contextuais e organizacionais e do projeto individual que concretiza tais procedimentos na prática, o aluno passará a ter consciência plena do que àquelas informações significam para ele na construção de qualquer objeto, em qualquer direção.

Mesmo de forma individual cada aluno 'se permitirá' sem perceber a formação de um conceito amplo e claro a respeito da técnica desenvolvida no sistema bi-projetivo de Monge e a ampliação da sua própria estrutura cognitiva, podendo compará-la ao estágio inicial.

Além disso, este *redesign* de forma geral deverá proporcionar uma autonomia a quem dele fizer uso, capacitando-o a cada parte dessa representação, criar novos conceitos e esquemas, como se fosse uma visualização em *zoom*, permitindo-lhe que o todo se manifeste na integração de cada parte, quando da elaboração de um novo projeto, não se importando com sua forma e sua direção – a imagem imediatamente se recompõe, desde a sua fase inicial até a sua fase final. E o aluno estará pronto para recomençar sempre a projetar qualquer outro objeto e em qualquer direção de forma segura e competente, com conhecimento.

A ordem ou seqüência da representação do objeto será definida pelo próprio aluno, de acordo com a temática principal, independente da ordem em que as informações foram inseridas, durante o desenvolvimento do conteúdo. A organização da lógica do raciocínio deverá ser transferida para o papel de acordo com as necessidades que o próprio projeto exige, mas sempre ancoradas pelos conteúdos básicos desenvolvidos em sala de aula. Uma micro-estrutura externa, apenas com informações relevantes, como já mencionamos anteriormente, que proporcionará aos alunos o desenvolvimento prático, real e consciente de uma macro-estrutura interna, abrindo possibilidades para uma autonomia plena.

Além dos conteúdos trabalhados em sala de aula, os alunos deverão se sentir estimulados a explorar outras potencialidades, tais como: objetos com formas totalmente diferentes, explorando sua própria curiosidade, testando seus próprios limites. Isto é realizado numa linguagem objetiva e direta, e atendo-se apenas às informações relevantes.

O projeto individual, quando concluído, deverá adquirir vida e dinamismo no novo contexto desenvolvido. Quando transcrito graficamente no papel, corre-se o risco dele tornar-se confuso, tendo em vista as várias retas que saem e chegam a um determinado ponto, pela quantidade de informações que vão sendo acrescentadas ao longo do trabalho. Por isso, é importante que o aluno esteja apto a visualizar a idéia central ou conceito-chave de uma forma clara, além de fornecer novas informações e aprofundar o conteúdo. As várias informações que entram e saem

da estrutura de conhecimento registradas na memória do aluno somente são acessadas quando solicitadas, não interferindo na imagem inicial, que contém as relações fundamentais entre os vários elementos que compõem a estrutura do objeto a ser representado.

Nesta etapa, a assessoria por parte do professor estará sempre presente quando solicitada, apenas, para orienta-los na solução de um pequeno problema ocorrido durante o desenvolvimento do projeto. Este contato individualizado trará aos alunos de forma clara a identificação do que realmente querem e do que estão realizando e das dificuldades que deverão enfrentar quando da realização do seu projeto.

Nesta etapa, os alunos deverão estar aptos a ultrapassar as dificuldades, saber agrupar as diferenças e as semelhanças, entre as características de cada exemplo, dentro do contexto. Da mesma forma, aprendem a agrupar semelhanças sobre um mesmo conhecimento comum. Os mesmos procedimentos são utilizados na representação da projeção de qualquer sólido, seja ele simples ou complexo, assim sendo um conceito aglutinador de todas as demais características. Em suma, aprendem tanto a discernir, a particularizar, quanto a generalizar.

1.8 Relevância científica

Para fins de educação, para que nos tornemos alfabetizados visualmente e compreendedores dos processos perceptivos não apenas em nível de simples observadores, mas, principalmente em nível de executores e construtores no processo de ensino-aprendizagem desta linguagem tão importante que é largamente utilizada na nossa sociedade contemporânea.

1.9 Ineditismo científico

Este trabalho de pesquisa: um *redesign* das informações em nível contextual, organizacional e metodológico a respeito do desenvolvimento de habilidades representativas sobre o sistema bi-projetivo de Monge descreve seu ineditismo a integração de algumas perspectivas teóricas desenvolvidas pelas seguintes teorias à sistemática deste modelo ao modelo convencionalmente adotado:

- A teoria da Rotação Mental de Cooper e Shepard comprovadas por Tarr e Pinker, sobre os procedimentos e as formas de reconhecimento humano de objetos por meio de uma descoberta orientada; proporcionando através da teoria e de sua orientação o desenvolvimento do 'raciocínio' e conseqüentemente a visão espacial, devido à estrutura metodológica proposta neste novo modelo: que possibilita as relações necessárias entre os seus elementos básicos e ainda cada elemento básico que compõe o sistema concorre para a manutenção dos que lhe estão relacionados.
- A teoria significativa de Ausubel onde o desenvolvimento cognitivo é um processo dinâmico no qual novos e velhos significados estão constantemente interagindo e resultando uma estrutura cognitiva diferenciada e que tende a uma organização hierárquica na qual conceitos e proposições mais gerais ocupam o ápice da estrutura e assimilam progressivamente proposições e conceitos mais inclusivos (gerais) assim como dados factuais e exemplos específicos.
- Processo de aplicação prática sobre a Compreensão e Memorização durante e após a aprendizagem de Tony Buzan para manter um nível de compreensão e memória sempre elevada, em harmonia, possibilitando que haja o processamento da informação na estrutura cognitiva dos alunos.
- O processo de construção de Mapas Mentais/Conceituais através de recordar e relembrar. Mapas Mentais Externos que visam facilitar e apoiar a elaboração de um Mapa Mental Interno ou Mapa Cognitivo. Basicamente

este apoio deve tornar mais fácil: o registro da informação, a organização da informação e a recuperação da informação.

- O desenvolvimento de Mapas Mentais/Conceituais sobre o conteúdo desenvolvido e projeto individual como uma estratégia e/ou recurso instrumental, que derivam da estrutura própria da matéria de ensino que procuram facilitar a “diferenciação progressiva” e a “reconciliação integrativa”, bem como a aquisição por parte do aluno da estrutura conceitual hierárquica do conteúdo que está sendo estudado; com o propósito de uma mudança e uma ampliação em sua estrutura cognitiva interna.
- Avaliação do *redesign* sobre o sistema bi-projetivo de Monge através da ferramenta dos mapas mentais/conceituais dos alunos.
- Construção da ferramenta de análise através dos Mapas Mentais/Conceituais.

1.9. Estrutura da tese

O presente trabalho foi estruturado em 7 capítulos. A descrição de cada um dos capítulos num contexto geral é a seguinte:

O capítulo 1 enfoca a parte introdutória sobre o tema, a justificativa da proposta, o estabelecimento do problema, os objetivos, hipóteses, limitações, metodologia científica, relevância científica, ineditismo científico e uma descrição sucinta da estrutura da tese.

O capítulo 2 apresenta uma fundamentação teórica sobre os aspectos fisiológicos e perceptivos que envolvem o alfabetismo visual, abordando o tema num contexto amplo, enfocando a expressão visual no desenvolvimento da inteligência visual; o conhecimento visual e a linguagem verbal; Características, complexidade humana do sistema visual; olho; como percebemos; neurônios fabricantes de cores; reconhecimento de formas humanas; desenvolvimento infantil da

visão; problema fundamental da visão; o problema fundamental de ver a profundidade; estrutura da mensagem visual; anatomia da mensagem visual; as técnicas, são as estratégias de comunicação; função e mensagem.

O capítulo 3 trata da memória, compreensão e aprendizagem, raciocínio, cérebro e Mapas Mentais.

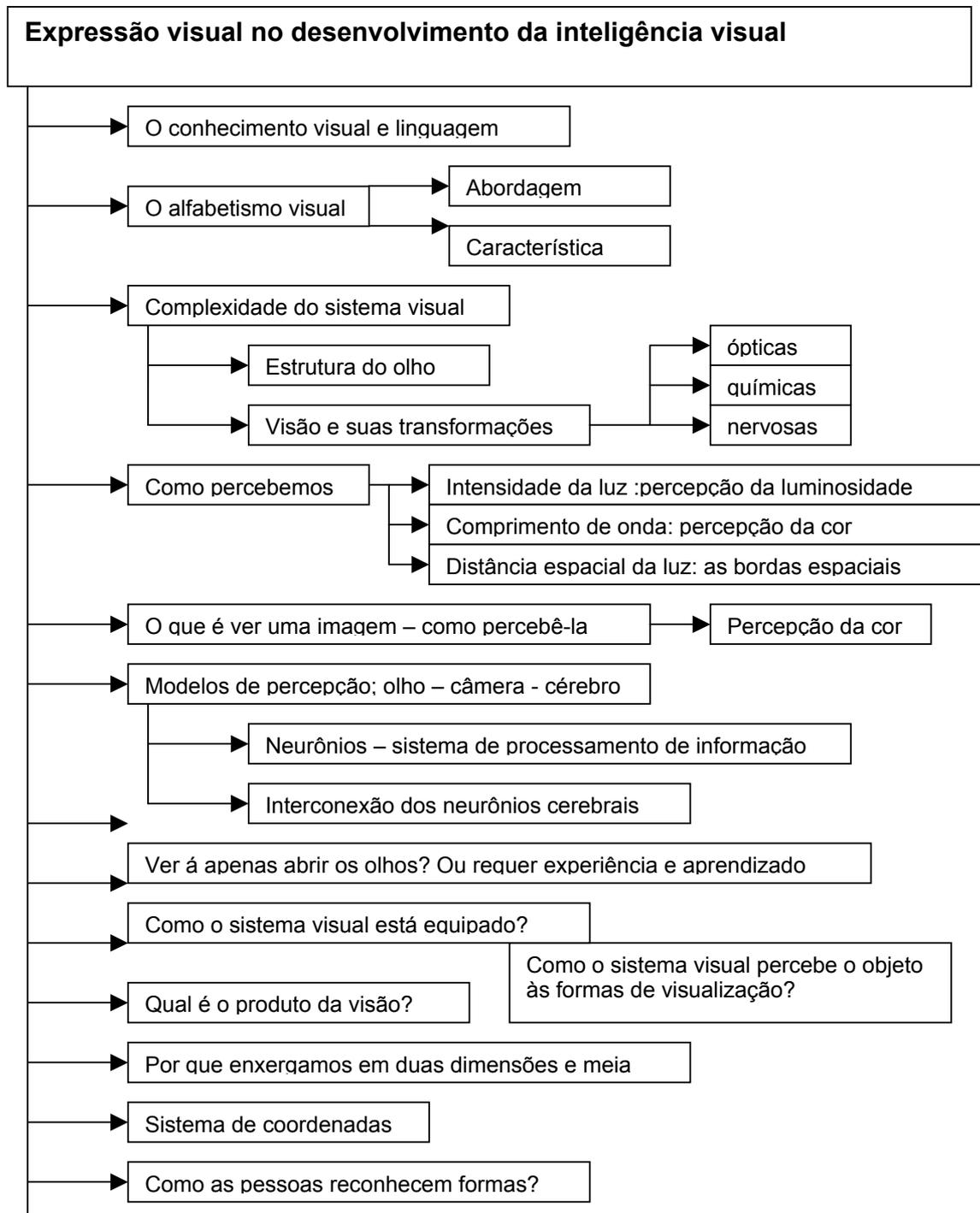
No capítulo 4, apresentamos o processo histórico pedagógico relativo a construção do conhecimento sobre as teorias cognitivas de aprendizagem de Vigotsky, Ausubel e Bruner; e também dos Mapas Conceituais de Ausubel.

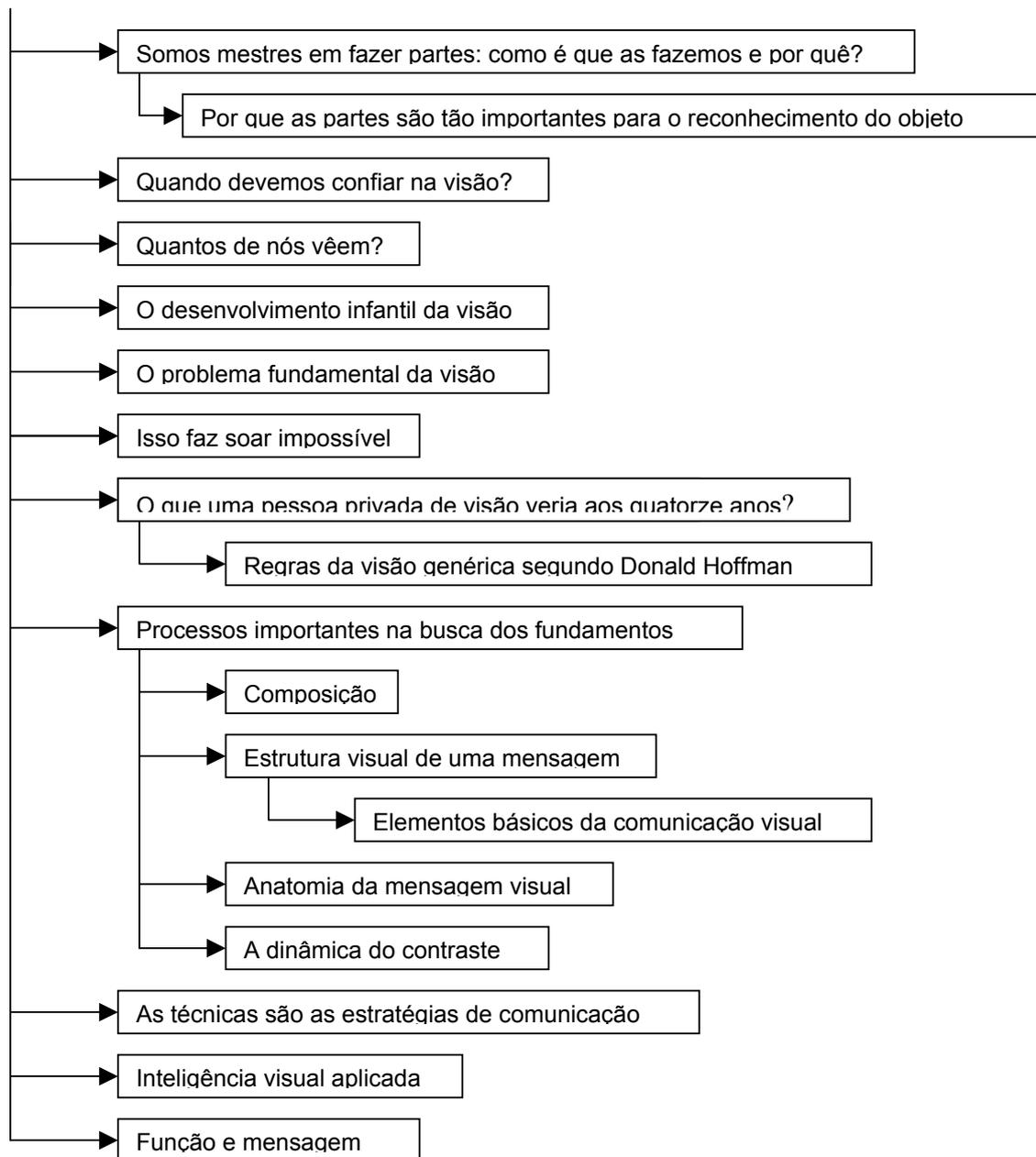
O capítulo 5 trata do desenvolvimento do modelo proposto, onde aborda toda a mudança contextual e organizacional estruturadas no desenvolvimento da técnica sobre o sistema bi-projetivo de Monge, através de organizadores prévios que funcionam como material introdutório sobre o sistema visual e formas de visualização humana, ancoradas pela teoria da rotação mental de Cooper e Shepard comprovadas por Tarr e Pinker, pelas teorias pedagógicas Vygotsky, Ausubel e Bruner, pelos processos compreensão e memorização e processos de organização, registro e recuperação das informações através de Mapas/Mentais de Buzan e Conceituais de Ausubel.

O capítulo 6 trata da análise e interpretação de dados onde consta método científico para validar o modelo – o referencial teórico sobre a ferramenta de análise construída pela autora deste trabalho, especialmente para este trabalho intitulada de (MAHIMMC) com a metodologia utilizada na análise, o mapeamento da análise, a descrição destes mapeamentos.

E, finalizando, o capítulo 7 apresentam as conclusões dos resultados da análise, algumas considerações finais e sugestões para futuros trabalhos.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA





2.1 Expressão visual no desenvolvimento da inteligência visual

“A expressão visual significa muitas coisas, em muitas circunstâncias e para muitas pessoas. É o produto de uma inteligência humana de enorme

complexidade, da qual temos, infelizmente, uma compreensão muito rudimentar” (DONDIS, 2000, p.2).

A expressão visual humana é fundamental no aprendizado para que possamos compreender o meio ambiente e reagir a ele.

A informação visual é o documento mais antigo da história humana. Há cerca de mais ou menos cinquenta mil anos atrás, através dos pictogramas, as pinturas das cavernas representam um relato mais antigo preservado sobre o mundo tal como ele podia ser visto. Das culturas primitivas à tecnologia de fabricação, muitíssimo avançada, nos nossos dias, passando pelas culturas antigas e contemporâneas, as necessidades básicas do homem sofreram poucas alterações, essas necessidades praticamente não foram modificadas. O homem precisa comer; e para fazê-lo precisa de instrumentos para caçar e matar, lavar e cortar; precisa de recipientes para cozinhar de utensílios para que possa conduzir o alimento a boca. Precisa proteger seu corpo vulnerável das mudanças climáticas e do meio ambiente traiçoeiro, necessitando de ferramentas para cortar, costurar e tecer. Precisa manter-se seco e proteger-se de predadores, e para tanto, é preciso que construa algum tipo de habitat (DONDIS, p. 7-8).

A linguagem é simplesmente um dos recursos de comunicação própria do homem, que evoluiu desde sua forma auditiva, pura e primitiva até a capacidade de ler e de escrever. A mesma evolução deve ocorrer com todas as capacidades humanas envolvidas na pré-visualização, no planejamento, no desenho e na criação de objetos visuais, da simples fabricação de ferramentas e dos ofícios até a criação de símbolos, e a criação de imagens, no passado uma prerrogativa do artista talentoso e instruído, mas hoje graças às incríveis possibilidades da câmera (fotografia), uma opção para qualquer pessoa interessada em aprender um número reduzido de regras mecânicas. Desta forma, por si só, a redução de regras mecânicas não constitui ou compõem uma boa expressão visual. Para controlar o admirado potencial da fotografia, se faz necessário uma sintaxe visual.

O advento da câmera é comparável ao de um livro, que originalmente, beneficiou de forma inusitada o alfabetismo. “Entre os séculos XIII e XVI, a ordenação das palavras substitui a inflexão das palavras como princípio da sintaxe gramatical. A mesma tendência se deu com a forma das palavras. Com o surgimento da imprensa ambas as tendências, passaram a convergir por um processo de aceleração, e houve um deslocamento dos meios auditivos para os meios visuais da sintaxe. Para que nos considerem verbalmente alfabetizados é preciso que aprendamos os componentes básicos da linguagem escrita: as letras, as palavras, a ortografia, a gramática e a sintaxe. Dominando a leitura e a escrita, o que se pode expressar com esses poucos elementos e princípios é realmente infinito. Uma vez senhor da técnica, qualquer indivíduo é capaz de produzir não apenas uma variedade de soluções criativas para os problemas da comunicação verbal, mas também um estilo pessoal. A disciplina estrutural está na estrutura verbal básica. O alfabetismo significa que um grupo compartilha o significado atribuído a um corpo comum de informações” (DONDIS, 2000, p.3).

Segundo Dondis (2000, p.6), “aceitamos a capacidade de ver da mesma maneira como vivenciamos: sem esforço. Para os que vêem, o processo requer pouca energia: os processos fisiológicos são automáticos no sistema nervoso do homem. Não causa assombro o fato de que a partir desse *output* mínimo recebam uma enorme quantidade de informações, de todas as maneiras e em muitos níveis. Tudo parece muito natural e simples, gerindo que não há necessidade de desenvolver nossa capacidade de ver e de visualizar e que bastaria aceitá-la como uma função natural”. Em seu livro *Towards a Visual Culture*, Caleb Gattegno comenta, referindo-se à natureza: “Embora usada por nós com tanta naturalidade, a visão ainda não produziu sua civilização. A visão é veloz, de grande alcance, simultaneamente analítica e sintética. Requer tão pouca energia para funcionar, como funciona, à velocidade da luz, que nos permite receber e conservar um número infinito de unidades de informações numa fração de segundos. A observação de Gattegno é um testemunho da riqueza assombrosa de nossa capacidade visual, o que nos torna propensos a concordar entusiasticamente com

suas conclusões: “Com a visão, o infinito nos é dado de uma só vez: a riqueza é sua descrição”.

Não é difícil detectar a forte tendência à informação visual no comportamento humano. Buscamos um reforço visual em nosso comportamento por muitas razões: a mais importante delas é o caráter direto da informação, a proximidade da experiência real.

Quando a nave espacial norte-americana Apolo XI, com os primeiros astronautas tocaram na superfície da lua, será que os telespectadores do mundo inteiro, teriam preferido a comunicação falada ou escrita? Este é apenas um exemplo da preferência do homem pela informação visual.

A utilidade dá ao *designer* um certo grau de objetividade, que não é tão imediatamente necessária, nem tão aparente na obra do pintor de cavalete, por exemplo. O alforismo do arquiteto norte-americano Sullivan, nos diz que “a forma acompanha a função” e encontra sua ilustração máxima no *designer* de aviões que tem suas preferências limitadas pela indagação de quais formas a serem montadas, quais proporções e materiais são realmente capazes de voar. A forma do produto final depende daquilo para que ele serve. Mas no que diz respeito a problemas mais sutis do *design* há muitos produtos que podem refletir as preferências subjetivas ao *designer* e ainda assim, funcionar perfeitamente bem. O *designer* não é o único a enfrentar o problema de se chegar ao meio-termo, quando o que está em pauta é o seu gosto pessoal. É comum que artistas tenham que modificar sua obra pelo fato de ter recebido a encomenda de um cliente que sabe o que exatamente deseja (DONDIS, 2000, p.11).

2. 2 O conhecimento visual e linguagem verbal

Ao visualizar, somos capazes de formar imagens mentais. Lembramo-nos de um caminho, que nas ruas de uma cidade nos leva a um determinado destino, e,

seguimos mentalmente uma rota que vai de um lugar a outro, verificando as pistas visuais, recusando o que não nos parece certo, voltando atrás, e fazendo tudo isso mesmo antes de iniciar o caminho. Tudo mentalmente. O uso das imagens mentais é o motor que impele nosso pensamento sobre os objetos do espaço. Para colocar as malas num carro ou reorganizar os móveis de nossa casa, imaginamos as diferentes posições espaciais antes de tentá-las. O antropólogo Napoleão Changnon descreveu um engenhoso emprego das imagens mentais pelos índios ianomâmi da floresta Amazônica. “Eles haviam lançado fumaça na abertura da toca de um tatu para asfixiá-lo e precisavam descobrir onde cavar para extrair o animal do túnel, o qual poderia esconder-se por centenas de metros no sub-solo. Um dos ianomâmi teve a idéia de enfiar um cipó comprido com um nó na ponta, até o fim do buraco, o quanto fosse possível. Os outros homens mantinham seus ouvidos no chão, ouvindo o nó batendo nas paredes do buraco de tal forma que eles podiam ter um senso da direção que o trajeto da toca fazia. O primeiro homem quebrou o cipó, puxou-o e estendeu no chão, e começou a cavar onde terminava o cipó. Poucos metros abaixo eles encontraram o tatu.” Sem uma habilidade para visualizar o túnel e o tatu dentro dele, os homens não teriam ligado uma seqüência de ações de introduzir, ouvir, puxar, quebrar, medir e cavar na esperança de encontrar o corpo do animal”. (Pinker, 1999, p. 304). As imagens mentais dirigem emoções bem como o intelecto. Obviamente, a imaginação dá vida a muitas experiências. Simultaneamente, não apenas a da visão, mas a imagem visual torna especialmente vívida a simulação mental. Mas o que é uma imagem mental? Muitos filósofos, como os behavioristas, supõem que seja uma imagem na cabeça. De fato, a teoria computacional da mente torna a idéia perfeitamente compreensível. Já sabemos que o sistema visual usa um esboço bidimensional que em vários aspectos assemelha-se a uma figura. Uma imagem mental é simplesmente um padrão no esboço 2 D e ½ que é trazida da memória de longo prazo aos olhos. Diversos programas de inteligência artificial para raciocinar sobre o espaço são elaborados exatamente da mesma maneira (PINKER, 1999, p. 305).

Pode-se até fazer uma suposição bem fundamentada sobre a anatomia das imagens mentais. A encarnação do esboço 2 1/2-D em neurônios denomina-se mapa cortical topograficamente organizado: uma parte do córtex no qual cada neurônio responde à contornos em uma parte do campo visual, e no qual neurônios vizinhos respondem a partes vizinhas. Presumivelmente o espaço no mundo é representado através do espaço no córtex, pois os neurônios são ligados a seus vizinhos, e convém que pedaços próximos do mundo sejam analisados juntos. Em um mapa cortical, linhas e superfícies podem ser dirigidas por neurônios que são altamente interconectados.

O cérebro também está pronto para a segunda demanda computacional de um sistema de imagens mentais, as informações que fluem da memória em vez de fluir dos olhos. As vias fibrosas (condutores) para as áreas visuais do cérebro têm mão dupla. Eles tanto conduzem informações dos níveis conceituais superiores para os inferiores como dos níveis sensoriais inferiores para os superiores. Ninguém sabe o porque destas conexões *top-down*, mas elas estão lá para transferir imagens da memória para mapas visuais (PINKER, 1999, p. 306).

Então imagens mentais poderiam ser figuras na cabeça? Há dois modos para descobrir. Um é verificar se quando pensamos em imagens utilizamos partes visuais do cérebro. O outro é descobrir se pensar em imagens funciona mais como computar com gráficos ou mais como computar com uma base de proposições. Claramente uma imagem é diferente de uma experiência real. O William James disse que as imagens são 'destituídas de pungência e sabor'. Mas em sua tese a psicóloga PhD Cheves W. Perky, 1910, tentou mostrar que as imagens são como experiências muito tênues (PINKER, 1999).

Imagens mentais também se assemelham a arranjos: aspecto de reunir tamanho, forma, localização e orientação em um padrão de contornos, em lugar de imaginar nitidamente em afirmações separadas. A rotação mental é um bom exemplo. Ao avaliar a forma de um objeto, o observador não pode ignorar a orientação em que

o objeto se apresenta – o que seria uma questão simples se a orientação fosse isolada em seu próprio enunciado. Em vez disso a pessoa tem que mover a orientação gradualmente, observar enquanto a forma muda. A rotação não é computada em um passo, como em uma multiplicação de matriz em um computador digital; quanto mais a forma é girada, mais tempo demora o giro. Tem que existir uma rede rotadora sobreposta ao arranjo que desloque o conteúdo das células em alguns graus em torno de seu eixo. Rotações maiores requer a interação do rotador, no estilo do balde que passa de mão em mão na brigada de incêndio.

Experimentos que verificam como as pessoas resolvem problemas espaciais revelam uma bem provida caixa de ferramentas para operações gráficas, como obter efeito de zoom, encolher, acompanhar movimento, escanear, traçar e colorir. O pensamento visual como, por exemplo, julgar se dois objetos se encontram na mesma linha ou se duas bolhas de tamanhos diferentes têm a mesma forma, encadeia essas operações em seqüências de animação mental (PINKER, 1999).

Finalmente, as imagens captam a geometria de um objeto e não apenas seu significado. Um modo infalível de conseguir fazer com que as pessoas experimentem imagens é pergunta-lhes por detalhes obscuros sobre a forma ou coloração de um objeto. Quando uma característica é notável, como gatos têm garras, abelhas têm ferrão, nós a arquivamos como um enunciado explícito em nossa base de dados conceptual, disponível posteriormente para consulta imediata. Mas quando não temos, nós recorremos a memória do objeto e fazemos uma análise sobre a forma de sua imagem. Procurar propriedades geométricas não notadas previamente nos objetos ausentes é uma das principais funções das imagens mentais e Kosslyn demonstrou que este processo mental difere quando são fatos explícitos. Quando perguntamos às pessoas por fatos conhecidos, como se um gato tem garras ou se a abelha tem ferrão, a velocidade da resposta dependeu da força com que o objeto e sua parte estavam associados na memória. As pessoas devem buscar a resposta a partir de um banco de dados mental. Mas

quando as perguntas eram mais incomuns, como se um gato tem uma cabeça ou uma lagosta tem uma boca, e as pessoas consultaram uma imagem mental, a velocidade da resposta dependia do tamanho da parte; a verificação das partes menores resultou em respostas mais lentas. Como tamanho e forma são misturados a uma imagem, os detalhes de formas menores são mais difíceis de descobrir. (Pinker, 1999, p. 311). Mas se a mente armazena imagens, a geometria ainda está disponível, e as pessoas deveriam ser capazes de reconvocar a imagem e inspecioná-las em busca de novas interpretações.

Criação de imagens é uma faculdade maravilhosa, mas não devemos nos deixar levar demais pela idéia de figuras na cabeça. Para começar, a primeira limitação existente é que as pessoas não podem reconstituir a imagem de uma cena visual inteira. As imagens são fragmentadas. Nós lembramos apenas relances de partes, as quais dispomos em um painel mental, e então fazemos um ato de prestidigitação para tornar mais vívida cada parte conforme ela se esvai. Pior ainda, cada relance registra somente as superfícies visíveis de um ponto de observação, distorcida pela perspectiva. Uma demonstração simples é o paradoxo dos trilhos do trem – a maioria das pessoas vêem os trilhos convergirem em suas imagens mentais e não apenas na vida real. Para lembrar um objeto, nós o giramos ou andamos ao redor dele, e isto significa que nossa memória, para este objeto, é um álbum de visões separadas. Uma imagem do objeto inteiro é uma exibição de slides, ou pastiche – partes independentes que são reunidas. Isso explica por que demorou tanto a invenção da perspectiva na arte, apesar de todo mundo enxergar em perspectiva. Nenhuma pessoa perceptiva encarnada, presa a um local e a um momento, pode vivenciar uma cena de vários pontos de observação simultaneamente, por isso que o objeto não corresponde exatamente àquilo que a pessoa vê (PINKER, 1999, p. 313).

Uma segunda limitação é as imagens serem escravas da organização da memória. Não seria possível esse conhecimento do mundo caber em uma grande figura ou em um grande mapa. Há demasiadas escalas, desde montanhas até

pulgas, para poderem caber dentro de um meio com um tamanho fixo de granulação. E nossa memória visual não poderia ser, tampouco, uma caixa de sapatos cheia de fotografias. Não haveria maneira de encontrar aquela que você precisa sem que se examinasse cada uma destas fotos para reconhecer o que está nela. (Arquivos de fotos e vídeo enfrentam um problema similar). Imagens de memória devem ser rotuladas e organizadas dentro de uma superestrutura proposicional, talvez um tanto semelhante à hipermídia, onde arquivos gráficos são associados a pontos de ligação em um grande texto ou base de dados.

Porém de um modo mais misterioso e mágico, criamos a visão de uma coisa que nunca vimos antes. Essa visão, ou pré-visualização, encontra-se estreitamente vinculada ao salto criativo e à síndrome de heureka, enquanto meios fundamentais para a solução de problemas. É exatamente esse processo de dar voltas através de imagens mentais em nossa imaginação que muitas vezes nos leva a descobertas inesperadas (DONDIS, 2000).

Desta forma, em *The act of Creation*, Koestler formula assim o processo: O pensamento por conceitos surgiu do pensamento por imagens através do lento desenvolvimento dos poderes de abstração e de simbolização, assim como a escritura fonética surgiu, por processos similares, dos símbolos pictóricos e dos hieróglifos. A evolução da linguagem começou com imagens, avançou rumo aos pictogramas, cartuns auto-explicativos e unidades fonéticas, e chegou finalmente ao alfabeto, ao qual, em *The Intelligent Eye*, R. L. Gregory se refere tão acertadamente como “a matemática do significado”. Cada novo passo representou, sem dúvida, um avanço rumo a comunicação mais eficiente. Mas há inúmeros indícios de que está em curso uma reversão desse processo, que se volta mais uma vez, para a imagem, novamente inspirado pela busca de maior eficiência. A questão mais importante é o alfabetismo e o que ele representa no contexto da imagem, quais as analogias dela podem ser extraídas e aplicadas à informação visual (DONDIS, 2000, p.14).

O pensamento visual com freqüência é governado mais intensamente pelo conhecimento conceitual que empregamos para organizar nossas imagens do que pelo conteúdo das próprias imagens. Mestres de xadrez são conhecidos por sua memória notável para as peças num tabuleiro. Mas não acontece porque pessoas com memórias fotográficas se tornem mestres de xadrez. Sua memória capta relações significativas entre as peças, tais como ameaças e defesas, e não apenas a sua distribuição em espaço (PINKER, 1999, p. 314).

Um outro exemplo provém de um experimento maravilhoso *low-tech* (de baixa tecnologia) pelos psicólogos Raymond Nickerson e Marilyn Adams, citado por Pinker (1999). Eles pediram às pessoas que desenhassem de memória os dois lados de uma moeda de um centavo, que todos já viram milhares de vezes. Mas quando lhes mostravam 15 desenhos de possíveis moedas de um centavo, menos da metade das pessoas escolheram o desenho correto.

Obviamente, as memórias visuais não são desenhos exatos de objetos inteiros. Nosso conhecimento geográfico também não é um grande mapa mental, mas sim um conjunto de mapas menores, organizados por afirmativas sobre como eles estão relacionados.

Por outro lado a Linguagem ocupou uma posição única para o aprendizado humano. Tem funcionado como meio de armazenar e transmitir informações, veículo para o intercâmbio de idéias e meio para que a mente humana seja capaz de conceituar. *Logos*, a palavra grega que designa linguagem, inclui também os significados paralelos de “pensamento” e “razão” na palavra inglesa que dela deriva, *logic*. As implicações são bastante óbvias: a linguagem verbal é vista como um meio de chegar a uma forma de pensamento superior ao visual e ao tátil. Essa hipótese, porém precisa ser submetida a algumas indagações: Para começar, linguagem e alfabetismo verbal não são a mesma coisa. Em se tratando de linguagem e alfabetismo visual também não é a mesma coisa. Ser capaz de falar uma língua é muitíssimo diferente de alcançar o alfabetismo através da

leitura e da escrita, ainda que possamos aprender e a entender, e, a usar a linguagem em ambos os níveis operativos. Ser capaz de visualizar é muitíssimo diferente de alcançar o alfabetismo através da leitura da mensagem visual e do desenho, ainda que possamos aprender e a entender, e, a usar a linguagem visual em ambos os níveis operativos (DONDIS,2000, p.15).

Mas só a língua falada evolui naturalmente. Os trabalhos lingüísticos de Noam Chomsky indicam que a estrutura profunda da capacidade lingüística é biologicamente inata, assim como a capacidade visual. O alfabetismo verbal, o ler e o escrever deve ser aprendido ao longo de um processo dividido em etapas. Em primeiro lugar, aprendemos um sistema de símbolos, formas abstratas que representam determinados sons. Esses símbolos são o nosso á-bê-ce, o alfa e o beta da língua grega que deram nome a todo o grupo de símbolos sonoros ou letras, o alfabeto. Aprendemos nosso alfabeto letra por letra, para depois aprendermos as combinações das letras e de seus sons que chamamos de palavras, que constituem os representantes ou substitutos, das coisas, idéias e ações. Conhecer o significado das palavras equivale a conhecer as definições comuns que compartilham. O último passo para a aquisição do alfabetismo envolve a aprendizagem da sintaxe comum, o que nos possibilita estabelecer os limites construtivos em consonância com os usos aceitos. São esses os elementos irredutivelmente básicos da linguagem verbal. Quando são dominados, tornam-se capazes de ler e escrever, expressar e compreender a informação escrita. Esta é uma descrição superficial. Fica claro que mesmo na sua forma mais simplificada o alfabetismo verbal representa uma estrutura dotada de planos técnicos e definições consensuais que, comparativamente caracterizam a comunicação visual, como quase que inteiramente carente de organização (DONDIS,2000, p.14-15).

2.3. O alfabetismo visual

O maior problema que pode ameaçar o desenvolvimento de uma abordagem do alfabetismo visual, é tentar envolvê-lo num excesso de definições (DONDIS, 2000).

A existência da linguagem, um modo de comunicação que conta com uma estrutura relativamente bem organizada, sem dúvida exerce uma forte pressão sobre todos os que se ocupam da mesma idéia do alfabetismo visual. Se um meio de comunicação é tão fácil de decompor em partes componentes e estrutura, por que não o outro? Qualquer sistema de símbolos é uma invenção do homem. Os sistemas de símbolos, que chamamos de linguagem, são invenções refinadas, do que foram em outros tempos percepções do objeto dentro de uma mentalidade despojada de imagens. Daí a existência de tantos sistemas de símbolos e tantas línguas, algumas ligadas entre si por derivações de uma mesma raiz, e outras desprovidas de qualquer relação desse tipo. Os números, por exemplo, são substitutos de um sistema único de recuperação de informações; o mesmo acontece com as notas musicais. Nos dois casos, a facilidade de aprender a informação codificada baseia-se na síntese original do sistema. Os significados são atribuídos, e se dota cada sistema de regras sintáticas básicas. Existem mais de três mil línguas de uso corrente no mundo, todas elas independentes e únicas. Em termos comparativos a linguagem visual é tão mais universal que sua complexidade não deve ser considerada impossível de superar. As linguagens são conjuntos lógicos, mas nenhuma simplicidade desse tipo pode ser atribuída à linguagem visual, e todos aqueles, dentre nós, que têm tentado estabelecer uma analogia com a linguagem estão empenhados num exercício inútil. (Dondis, 2000, p.16).

Segundo Dondis (2000, p.16), “a visão é natural”- criar e compreender mensagens visuais é natural até certo ponto, mas a eficácia em ambos os níveis, só pode ser alcançada através do estudo. Na busca do alfabetismo visual, um problema deve

ser claramente identificado e evitado. No alfabetismo verbal, se espera que as pessoas sejam capazes de ler e escrever muito antes que palavras como “criativo” possam ser aplicadas como juízo de valor. A escrita não precisa ser necessariamente brilhante; é suficiente que produza uma prosa clara e compreensível, de grafia correta e sintaxe bem articulada. O alfabetismo verbal pode ser alcançado num nível muito simples de realização e compreensão de mensagens escritas. Saber ler e escrever, pela própria natureza de sua função não implica a necessidade de expressar-se em linguagem mais elevada, ou seja, a produção de romances e poemas. Aceitamos a idéia que o alfabetismo verbal é operativo em muitos níveis, desde as mensagens mais simples até as mais complexas.

Em parte devido à separação, na esfera visual, entre arte e ofício, e em parte devido às limitações de talento para o desenho, grande parte da comunicação visual foi deixada ao sabor da intuição e do acaso. Como não se fez nenhuma tentativa de analisá-la ou defini-la em termos da estrutura do modo visual, Dondis (2000), nos diz que nenhum método de aplicação pode ser obtido. Na verdade essa é uma esfera que o sistema educacional se move em lentidão monolítica, persistindo ainda uma ênfase no modo verbal, que exclui o restante da sensibilidade humana, e pouco ou nada se preocupando com o caráter esmagadoramente visual da experiência de aprendizagem da criança. Até mesmo a utilização de uma abordagem visual do ensino carece de rigor e objetivos bem definidos. Em muitos casos os alunos são bombardeados com recursos visuais – diapositivos, filmes, *slides*, projeções áudio-visuais – mas trata-se de apresentações que reforçam sua experiência passiva de consumidores de televisão. Os recursos de comunicação que vêm sendo produzidos e usados com fins pedagógicos, são apresentados com critérios muito deficientes para a avaliação e compreensão dos efeitos que produzem. O consumidor da maior parte da produção dos meios de comunicação educacionais não seria capaz de identificar (para recorrermos a uma analogia com o alfabetismo verbal) um erro de grafia, uma frase incorretamente estruturada ou um tema mal formulado.

Uma das tragédias do avassalador potencial do alfabetismo visual em todos os níveis da educação é a função irracional, de depositário da recreação, que as artes visuais desempenham nos currículos escolares, e a situação parecida que se usa nos meios de comunicação, câmeras, cinema, televisão. Por que herdamos, das artes visuais uma devoção tácita ao não-intelectualismo? O exame dos sistemas de educação revela que o desenvolvimento de métodos construtivos de aprendizagem visual são ignorados, a não ser no caso de alunos interessados e talentosos. Os juízos relativos ao que é factível, adequado e eficiente na comunicação visual foram deixados ao sabor das fantasias e de amorfas definições de gosto, quando não das avaliações subjetivas e auto-reflexivas do emissor ou do receptor, sem que se tente ao menos compreender alguns dos níveis recomendados que esperamos encontrar naquilo que chamamos de alfabetismo de modo verbal. Isso talvez não se deva tanto a um preconceito como à firme convicção de que é impossível chegar a qualquer metodologia e a quaisquer meios que nos permitam alcançar o alfabetismo visual. Contudo, a exigência de estudo dos meios de comunicação já ultrapassou a capacidade de nossas escolas e faculdades. Diante do desafio do alfabetismo visual, não podemos continuar mantendo nossa ignorância do assunto.

Dentre todos os meios de comunicação humana, o visual é o único que não dispõe de um conjunto de normas e preceitos, de metodologias e de nem um único sistema de critérios definidos, tanto para a expressão quanto para o entendimento dos métodos visuais. Por que, exatamente quando o desejamos e dele tanto precisamos, o alfabetismo visual se torna tão esquivo? Não resta dúvida de que se torna imperativa uma nova abordagem que possa solucionar esse dilema (DONDIS, 2000, p. 17-18).

2.3.1 Uma abordagem do alfabetismo visual

Devemos buscar o alfabetismo visual de muitas maneiras, nos métodos de treinamento de artista, na formação técnica de artesãos, na teoria psicológica, na natureza e no funcionamento fisiológico.

A sintaxe visual existe. Há linhas gerais para a criação de composições. Há elementos básicos que podem ser aprendidos e compreendidos por todos os estudiosos da comunicação visual, sejam eles artistas ou não, e que podem ser usados, em conjunto com técnicas manipulativas, para a criação de mensagens visuais claras. O conhecimento de todos esses fatores pode levar a uma melhor compreensão das mensagens visuais.

Aprendemos a informação visual de várias maneiras. A percepção e as forças sinestésicas, de natureza psicológica, são de importância fundamental para o processo visual (DONDIS, 2000, p.17).

O modo como nos mantemos em pé, nos movimentamos, mantemos o equilíbrio e nos protegemos, reagimos à luz ou ao escuro, ou ainda a um movimento súbito, são fatores que têm uma relação importante com a nossa maneira de receber e interpretar as mensagens visuais. Todas essas reações são naturais e atuam sem esforço: não precisamos estudá-las nem aprender como efetuar-las. Mas elas são influenciadas, e possivelmente modificadas, por estados psicológicos e condicionamentos culturais, e, por último, pelas expectativas ambientais. O modo como encaramos o mundo quase sempre afeta aquilo que vemos. O processo é, afinal, muito individual para cada um de nós. O controle da psique é freqüentemente programado pelos costumes sociais. O ambiente também exerce um profundo controle sobre a nossa maneira de ver. O habitante das montanhas, por exemplo, tem de dar uma nova orientação ao seu modo de ver quando se encontra numa grande planície. Em nenhum outro exemplo se torna tão evidente do que na arte dos esquimós. Tendo uma experiência tão intensa do branco

indiferenciado da neve e do céu luminoso em seu ambiente, que resulta no obscurecimento do horizonte enquanto referência, a arte do esquimó toma liberdade com os elementos verticais ascendentes e descendentes (DONDIS, 2000, p.18). Mas, apesar dessas modificações, em suas especificidades, não podemos esquecer que, há um sistema visual, perceptivo e básico, que é comum a todos os seres humanos; o sistema, porém, está sujeito a variações nos temas estruturais básicos. A sintaxe visual existe, e sua característica dominante é a complexidade, porém, não se opõe à definição.

Dondis (2000, p.19-20), nos diz que “uma coisa é certa. O alfabetismo visual jamais poderá ser um sistema tão lógico e preciso quanto à linguagem. As linguagens são sistemas inventados pelo homem para codificar, armazenar e decodificar informações. Sua estrutura, portanto, tem uma lógica que o alfabetismo visual é incapaz de alcançar”.

2.4 Algumas características das mensagens visuais

A tendência a associar a estrutura verbal e a visual é perfeitamente compreensível (DONDIS, 2000, p.20).

Uma das razões é natural. Os dados visuais têm três níveis distintos e individuais: o *input* visual, que consiste em miríades de sistemas de *símbolos*, o material visual *representacional*, que identificamos no meio ambiente e podemos reproduzir através do desenho, da pintura, da escultura e do cinema: e a estrutura *abstrata*, a forma de tudo aquilo que vemos, seja natural ou resultado de uma composição para efeitos intencionais.

Existe um vasto universo de símbolos que identificam ações e organizações, estados de espírito, direções – símbolos que vão desde os mais pródigos em detalhes representativos até os completamente abstratos, e tão desvinculados da informação identificável que é preciso aprendê-los da maneira como se aprende

uma língua. Ao longo de seu desenvolvimento, o homem deu os passos lentos e penosos que lhe permitem colocar numa forma preserváveis os acontecimentos e gestos familiares de sua experiência, e a partir desse processo desenvolveu-se a língua escrita. No início as palavras são representadas por imagem e quando isso não é possível inventa-se um símbolo. Finalmente numa linguagem escrita bem desenvolvida as imagens são abandonadas e os sons passam a ser representados por símbolos. Ao contrário das imagens, a reprodução dos símbolos exige muito pouco em termos de uma habilidade especial. O alfabetismo é infinitamente mais acessível para a maioria que disponha de uma linguagem de símbolos sonoros, por ser muito mais simples. A língua inglesa utiliza vinte e seis símbolos em seu alfabeto. Contudo as línguas que nunca foram além da fase pictográfica, como o chinês, onde os símbolos da palavra imagem, ou ideogramas, contam-se aos milhares, apresentam grandes problemas para a alfabetização em massa. Em chinês, a escrita e o desenho da imagem são designados, pela mesma palavra: *caligrafia*. Isso implica a exigência de algumas habilidades visuais específicas para se escrever em chinês (DONDIS, 2000, p.20).

Os ideogramas, porém não são imagens. Em *The Intelligent Eye*, R.L. Gregory refere-se a eles “*cartoons of cartoons*”. Porém, mesmo quando existem como componente principal do modo visual, os símbolos atuam diferentemente da linguagem, e, de fato, por mais compreensível e tentadora que possa ser, a tentativa de encontrar critérios para o alfabetismo visual na estrutura da linguagem simplesmente, não funcionará. Mas os símbolos, enquanto força no âmbito do alfabetismo visual, são de importância e viabilidade enormes (DONDIS, 200, p.21).

A mesma utilidade para compor materiais e mensagens visuais encontra-se nos outros dois níveis da inteligência visual. Saber como funcionam no processo da visão, e de que modo são entendidos, podem contribuir enormemente para a compreensão de como podem ser aplicados à comunicação (DONDIS, 200, p.21).

O nível *representacional* da inteligência visual é fortemente governado pela experiência direta que ultrapassa a percepção. Aprendemos sobre coisas das quais não podemos ter experiência direta através dos meios visuais, de demonstrações, de exemplos em forma de modelo. Ainda que uma descrição verbal possa ser uma explicação extremamente eficaz, o caráter dos meios visuais é muito diferente o da linguagem, sobretudo no que diz respeito a sua natureza direta. Não se faz necessária a intervenção de nenhum sistema de códigos para facilitar a compreensão, e de nenhuma decodificação que retarde o entendimento. Às vezes basta ver o processo para compreender como ele funciona. Em outras situações, ver o objeto já nos proporciona um conhecimento suficiente para que possamos avaliá-lo e compreendê-lo. Essa experiência da observação serve, não apenas como um recurso que nos permite apreender, mas também atua como nossa mais estreita ligação com a realidade do nosso meio ambiente. Confiamos nos nossos olhos e deles dependemos.

O último nível da inteligência visual é talvez o mais difícil de descrever, e pode a vir tornar-se o mais importante no desenvolvimento do alfabetismo visual. Trata-se da subestrutura, da composição elementar *abstrata*, e, portanto, da mensagem visual pura. Anton Ehrenzweig desenvolveu uma teoria da arte com base num processo primário da visão, ou seja, o nível consciente, e num nível secundário, o pré-consciente. Embora essa classificação dos níveis estruturais do modo visual associando ao termo de Piaget, “sincrético”, para a visão infantil do mundo através da arte, com o conceito de não diferenciação. Ehrenweig descreve a criança como sendo capaz de ver todo o conjunto numa visão “global”. Esse talento acredita ele, nunca vem a ser destruído no adulto, e, pode ser utilizado como um “poderoso instrumento”. Outra maneira de analisar esse sistema dúplice da visão é reconhecer que tudo o que vemos e criamos compõem-se dos elementos visuais básicos que representam a força visual estrutural, de enorme importância para o significado e poderosa no que diz respeito à resposta. É uma parte inextricável de tudo aquilo que vemos, seja qual for a sua natureza, realista ou abstrata. É energia visual pura, despojada.

Artistas, historiadores da arte, filósofos e especialistas de vários campos das ciências humanas e sociais já vem a muito tempo explorando *como e o que* as artes visuais ‘comunicam’. Acredito que alguns dos trabalhos mais significativos nesse campo foram realizados pelos psicólogos da *Gestalt*, cujo principal interesse têm sido os princípios da organização perceptiva, o processo de configuração de um todo a partir das partes. O ponto de vista da *Gestalt*, conforme definição de Ehrenfels, afirma que “se cada uma de doze observadores de uma orquestra ouvisse um dos doze tons de uma melodia, a soma de suas experiências não corresponderia ao que seria percebido por alguém que ouvisse a melodia toda”. Rudolf Arnheim é o autor de uma obra brilhante na qual explicou grande parte da teoria da *Gestalt* desenvolvida por Wertheimer, Köhler e Koffka à interpretação das artes visuais. Arnheim explora não apenas o funcionamento da percepção, mas também, a qualidade das unidades visuais individuais e as estratégias de uma unificação em um todo final e completo. Em todos os estímulos visuais, o significado pode encontrar-se não apenas nos dados representacionais, na informação ambiental e nos símbolos, inclusive a linguagem, mas também nas forças compositivas que existem e coexistem com a expressão factual e visual. Qualquer acontecimento visual é uma forma com conteúdo, mas o conteúdo é extremamente influenciado pela importância das partes constitutivas, como a cor, o tom, a textura, a dimensão, a proporção e suas relações compositivas com o significado (DONDIS, 2000, p.22).

Examinamos os componentes individuais visuais em sua forma mais simples. “A caixa de ferramentas de todas as comunicações visuais são os elementos básicos, a fonte compositiva de todo tipo de materiais e mensagens visuais”, além de objetos e experiência: o ponto, a imagem visual mínima, o indicador e marcador de espaço; a linha, o articulador fluido e incansável da forma, seja na soltura vacilante do esboço seja na rigidez de um projeto técnico; a forma, as formas básicas, o círculo, o quadrado, o triângulo, e todas as suas infinitas variações, combinações, permutações de planos e dimensões; a direção, o

impulso de movimento que incorpora e reflete o caráter das formas básicas, circulares, diagonais, perpendiculares; o tom, a presença ou a ausência de luz, através da qual enxergamos; a cor, a contraparte de tom com o acréscimo do componente cromático, o elemento mais expressivo e emocional; a textura; ótica ou tátil, o caráter de superfícies dos materiais visuais; a escala ou proporção, a medida e o tamanho relativos; a dimensão e o movimento, ambos, implícitos e expressos da mesma frequência. São esses os elementos visuais; a partir deles obtemos matéria-prima para todos os níveis de inteligência visual, e, é a partir deles que se planejam e expressam todas as variedades de manifestações visuais, objetos, ambientes e experiências (DONDIS,2000, p.24).

Os elementos visuais são manipulados com ênfase pelas técnicas de comunicação visual, numa resposta direta ao caráter do que está sendo concebido e ao objetivo da mensagem.

São muitas as técnicas que podem ser utilizadas na busca de soluções visuais. As técnicas são os agentes no processo de comunicação visual; é através de sua energia que o caráter de uma solução visual adquire forma. As opções são vastas, são muitos os formatos e os meios; os três níveis da estrutura visual interagem: os sistemas de símbolos, o material representacional e a estrutura abstrata. Por mais avassalador que seja o número de opções abertas a quem pretenda solucionar um problema visual, são as técnicas que apresentarão sempre uma maior eficácia enquanto, elemento de conexão, entre a interação e o resultado. Inversamente, o conhecimento da natureza das técnicas criará um público mais perspicaz para qualquer manifestação visual.

Em nossa busca de alfabetização visual, devemos preocupar com uma das áreas de análise e definição acima mencionadas; as forças estruturais que existem funcionalmente na relação interativa entre os estímulos visuais e o organismo humano, tanto a nível físico quanto psicológico; o caráter dos elementos visuais; e o poder de configuração das técnicas. Além disso, as soluções visuais devem ser

regidas pela postura e pelo significado pretendido, através do estilo pessoal e cultural. Devemos, finalmente, considerar o meio em si, cujo caráter e cujas limitações irão reger os métodos de solução.

Em todos os aspectos o processo é complexo. Não obstante, não há porque transformar complexidade num obstáculo à compreensão do meio visual. Certamente é mais fácil de dispor de um conjunto de definições e limites comuns para a construção ou a composição, mas a simplicidade das regras comuns poderia trazer aspectos negativos. Isso pode restringir o potencial de variações e expressões criativas.

Quando vemos, fazemos muitas coisas ao mesmo tempo. Vemos, periféricamente, um vasto campo. Vemos através de um movimento de cima para baixo, de baixo para cima, da esquerda para a direita e da direita para a esquerda, por exemplo. Com relação ao que isolamos em nosso campo visual, impomos não apenas eixos implícitos que ajustam o nosso equilíbrio, mas também um mapa estrutural que registre e meça a ação das forças compositivas, tão vitais para o conteúdo e, conseqüentemente, para o *input* e *output* da mensagem. Tudo isso acontece ao mesmo tempo em que decodificamos todas as categorias de símbolos.

Trata-se de um processo multidimensional, cuja característica mais extraordinária é a simultaneidade. Cada função está ligada a um processo e à circunstância, pois a visão só não oferece visões metodológicas para o resgate de informações, mas também opções que coexistem e são disponíveis e interativas ao mesmo tempo. Os resultados são extraordinários, não importando quão condicionados estamos a tomá-los como verdadeiros. A velocidade da luz, a inteligência visual transmite uma multiplicidade de unidades básicas de informação, ou *bits*, atuando simultaneamente como um dinâmico canal de comunicação.

Não existe nenhuma maneira fácil de desenvolver o alfabetismo visual, mas este é tão vital para o ensino dos mais modernos meios de comunicação quanto à escrita e a leitura foi para o texto impresso. Na verdade, ele pode tornar-se o componente crucial de todos os canais de comunicação do presente e do futuro. Enquanto a informação foi basicamente armazenada e distribuída através da linguagem e o artista foi visto pela sociedade como um ser solitário em sua capacidade exclusiva de comunicar-se visualmente, o alfabetismo verbal universal foi considerado essencial, mas a inteligência visual foi amplamente ignorada. A invenção da câmera provocou o surgimento espetacular de uma nova maneira de ver a comunicação, e, por extensão, a educação. A câmera, o cinema, a televisão, o videocassete e o videoteipe, além dos meios visuais que ainda não estão em uso, modificarão não apenas a nossa educação, mas da própria inteligência. Em primeiro lugar, impõe-se uma revisão das nossas capacidades básicas. A seguir, vem a necessidade urgente de desenvolver um sistema estrutural e uma metodologia para o ensino e o aprendizado de como interpretar visualmente as idéias (DONDIS, 2000, p.26).

Numa infinita evolução dos recursos técnicos, a fotografia e o cinema passam por um constante processo de simplificação para que possam servir a muitos objetivos. Mas a habilidade técnica no manuseio do equipamento não é suficiente. A natureza dos meios de comunicação enfatiza a necessidade de compreensão de seus meios visuais. A capacidade intelectual decorrente de uma proposta de desenvolvimento da habilidade que possibilite criar e compreender as mensagens visuais está se tornando uma necessidade vital para quem pretenda engajar-se nas atividades ligadas a comunicação. É bastante provável que o alfabetismo visual venha tornar-se, no século XXI um dos paradigmas fundamentais da educação.

Na verdade, a expressão visual é o produto de uma inteligência extremamente complexa, da qual temos, infelizmente, um conhecimento muito reduzido. “*O que*

vemos é uma parte fundamental do que sabemos, e o alfabetismo visual pode nos ajudar a *ver o que vemos e a saber, o que sabemos* (DONDIS, 2000, p.27).

Para compreendermos o processo de composição e/ou construção na solução de problemas visuais é necessário que passemos primeiro, a conhecer um pouco da estrutura física e a função dos nossos olhos, pois sem conhecê-los, na sua estrutura funcional e operacional não conseguiríamos talvez criar alternativas em resolver qualquer outro problema ligado ao sistema visual.

2.5 A complexidade do sistema visual

2.5.1 Estrutura do olho

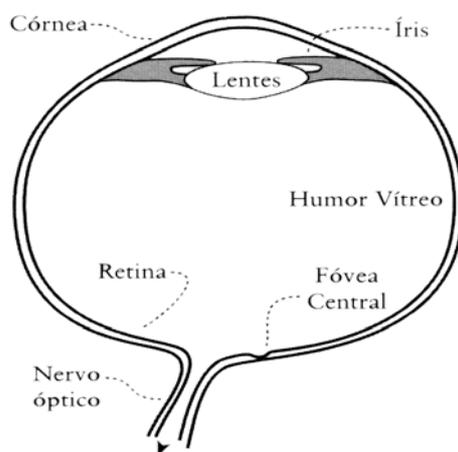


Figura 2.1: Estrutura do olho (Hoffman, 2000)

Esta estrutura é conhecida desde antes de Galeno (aproximadamente 129 – 199 d.C.). Sua função não era bem compreendida até Kepler publicar em 1604, sua teoria da imagem retiniana. O olho e sua função provocaram muitos debates e muitos livros ao longo de dois milênios. Finalmente Kepler em sua teoria sobre a refração por lentes esféricas, aplicando sua nova teoria ao olho, mostrou que o olho tem uma função clara: focalizar uma imagem na retina.

A descoberta de Kepler permanece válida até nossos dias. Podemos conceber o olho como uma câmera fotográfica. Tal como as lentes de uma câmera focam uma imagem em um filme, a córnea e as lentes de um olho focam uma imagem em sua retina. Mas sua retina, diferentemente do filme, não é um receptor passivo de imagens. Em vez disso, ela os transforma ativamente, utilizando centenas de bilhões de células, chamadas neurônios, todas trabalhando em conjunto. O poder de computação de sua retina é extraordinariamente maior que o dos mais avançados supercomputadores (HOFFMAN, 2000).

Sua retina transforma primeiramente a imagem, capturando-a com uma série discreta de células sensíveis à luz, denominadas fotorreceptores. Perto da fóvea central, a parte de sua retina de maior resolução, essas células estão dispostas de maneira estreitamente próxima, como pode ser visto nesta foto micrografia, de Christiane Curcio e colaboradores segundo Hoffman (2000).

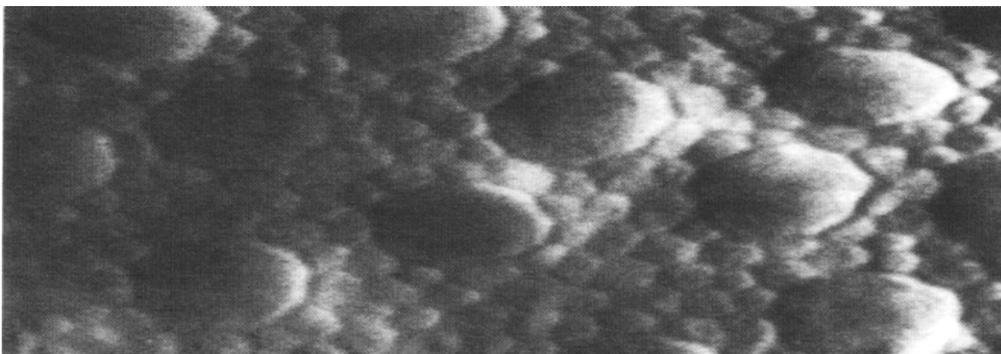


Figura 2.2: Fotomicrografia (Hoffman, 2000)

As células menores, denominadas bastonetes, trabalham melhor em menor intensidade de luz. À noite, no escuro vemos com os bastonetes. As células maiores denominadas cones, intermediam a visão das cores e trabalham melhor em maior intensidade de luz. Durante o dia, quando há luz intensa vemos com os cones. Cada bastonete e cada cone modifica sua atividade elétrica quando é exposto a luz. Quanto mais exposto mais se modifica. A própria luz vem em aglomerações discretas denominadas fótons. Cada bastonete e cada cone têm a

capacidade de captar zero, um, dois, três, ou mais fótons de luz de cada vez, mas não podem captar, digamos, um e meio fótons, ou dois fótons e um terço de fóton. Se apenas um de seus cones captar somente dez fótons, você verá luz. Eficiência admirável.

Sua retina tem cerca de 120 milhões de bastonetes e sete milhões de cones. Primeiramente, os cones agrupam-se na fóvea e os bastonetes fora dela. Quando dirigimos o olhar diretamente a um objeto, mexemos nosso olho de maneira que a imagem daquele objeto recaia sobre a fóvea e seus cones, porque são células que trabalham quando há maior intensidade de luz. Notamos as vezes que, à noite se olharmos diretamente para uma estrela de luz tênue, não conseguimos vê-la, mas, se desviarmos ligeiramente o olhar, então a vemos. Isso se deve a localização de seus bastonetes e cones. Ao olhar diretamente a estrela captamos sua imagem nos cones na fóvea. Porém os cones não funcionam bem sob uma intensidade baixa de luz, logo não veremos a estrela. Se desviarmos, ligeiramente o olhar, então captaremos a imagem da estrela em nossos bastonetes, pois os mesmos trabalham melhor numa intensidade baixa de luz. Com esses dados, construímos tudo o que vemos. Isso se deve em decorrência da aglomeração discreta de cones e bastonetes em nossa retina. Eis, por exemplo, o melhor que podem fazer para capturar uma linha reta.

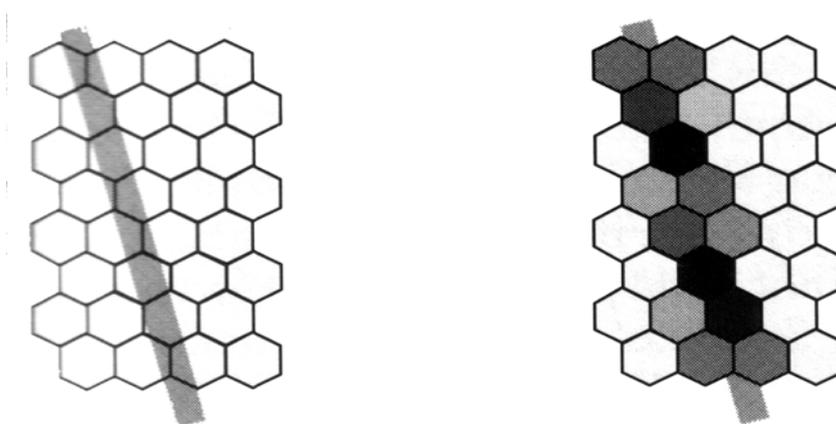


Figura 2.3: Captura de uma da linha pelos cones(Hoffman,2000)

Na figura esquerda, temos um trecho da retina com cones concebidos como hexágonos. Há uma linha imaginária, sobrepostas a estes cones. À direita, as respostas dos cones a esta linha estão inclinadas com cor, a mais escura significando mais resposta. Como vemos, o resultado não é uma linha. Em vez disso, é uma coleção de diferentes respostas de cones. No entanto é possível, se quisermos construir uma linha a partir dessas respostas.

É isso que fazemos toda vez que vemos uma linha. Nós a construímos a partir de respostas de receptores. Isso não é tão fácil quanto possamos imaginar. Pergunte aos pesquisadores em visão computacional. Há décadas eles vêm trabalhando em 'detecção de limite' ou 'identificação de linha', um problema aparentemente simples. Fizeram progressos, mas suas soluções atuais requerem muita computação – da ordem de dezenas de milhões de multiplicações e adições, apenas para construir linhas numa pequena imagem. Mesmo assim, o desempenho não é páreo para o sistema humano.

Nossa compreensão atual da anatomia e da fisiologia visual sugere que nós também, da mesma maneira, colocamos bastante esforço para construir linhas. Pode parecer sem esforço, mas, na verdade, empregamos milhões de neurônios. Nossa retina é apenas um estágio do processo. Quando ela acaba de processar uma imagem, envia seus resultados para o cérebro através do nervo óptico, um cabo elétrico composto por um milhão de fios denominados axônios. Muitos desses fios chegam primeiramente a uma estrutura no seu mesencéfalo denominada *núcleo geniculado lateral* ou, abreviadamente, NGL.

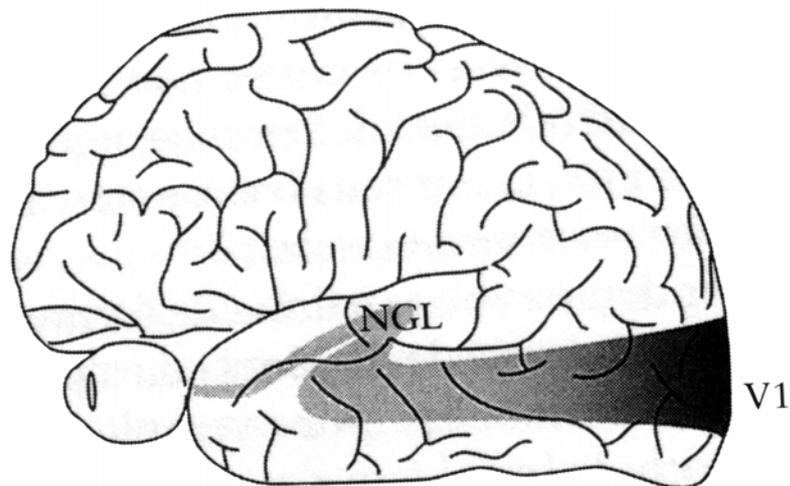


Figura 2.4: NGL (Hoffman, 2000, p.68)

Depois de mais processamento no NGL, os resultados saem por um novo grupo de axônios e chegam ao *córtex visual primário*, também conhecido como V1. Aqui, como sugere a fisiologia, começamos a construir linhas. Devemos enfatizar a palavra “sugere” porque, como assinalam fisiologistas como Alan Cowey, a fisiologia de um neurônio não aponta infalivelmente para sua função na percepção. Há, entretanto, consenso entre os fisiologistas de que as linhas começam a ser feitas em V1.

A evidência vem, inicialmente, de eletrodos colocados perto de neurônios isolados do córtex de macacos, que os fisiologistas utilizam para medir *campos receptivos*. O *campo receptivo* de um neurônio é aquela parte do campo visual à qual o neurônio responde mudando sua taxa de descarga elétrica. Por exemplo, muitos neurônios no NGL, têm campos receptivos como este mostrado na figura 5.

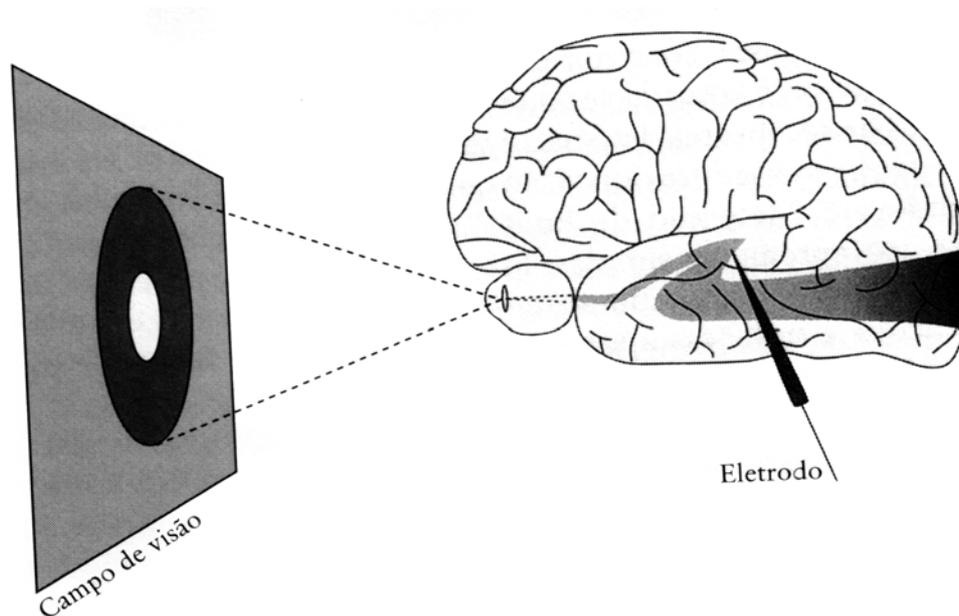


Figura 2.5: Potenciais de ação de um neurônio 1 (Hoffman, 2000)

À direita, um eletrodo registra sinais elétricos, denominados *piscos* ou *potenciais de ação*, de um neurônio do NGL. Cada pico é uma flutuação de potencial elétrico que percorre o longo axônio do neurônio. Todos os picos têm o mesmo tamanho, logo, o grau de atividade elétrica do neurônio é medido não pelo tamanho de cada pico, mas sim pelo número de picos por segundo que percorre o axônio.

À esquerda, há uma tela com um estímulo luminoso do tipo que melhor estimula vários neurônios do NGL e da retina: um disco central brilhante, circulando por um anel escuro. Se este estímulo for do tamanho correto (usualmente muito menor do que ilustrado aqui), e estiver na posição correta da tela, os picos percorrem os neurônios rapidamente. Se o estímulo for do tamanho errado, ou ligeiramente deslocado para fora da melhor posição, os picos percorrem os neurônios lentamente. Em resumo, cada célula é excitada eletricamente pela luz na região central, inibida eletricamente no anel circundante e indiferente à luz em qualquer outro lugar do campo da visão. Outros neurônios no NGL e na retina preferem um estímulo exatamente oposto a esse: escuro no disco central e brilhante no anel circundante. Aqueles que preferem um disco brilhante são denominados

'direcionados ao centro', e os que preferem disco escuros são denominados 'afastados do centro'. Há, grosso modo, quantidades iguais dos dois tipos. Para cada ponto do campo visual, há neurônios de ambos tipos 'procurando' por seu estímulo ótimo naquele ponto. Esse processo ocupa muitos neurônios, literalmente um milhão em cada retina e em cada NGL.

Agora deslocamos o eletrodo para V1.

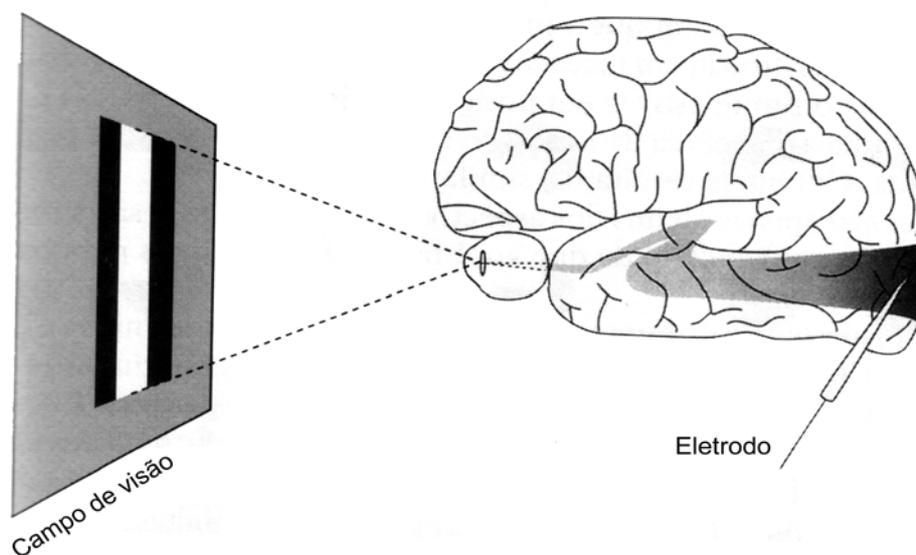


Figura 2.6: Potenciais de um neurônio 2 (Hoffmam, 2000)

Encontraremos, mais uma vez, muitas células com campos receptivos dirigidos ao centro e afastados do centro. Mas, como David Hubel e Torsten Wiesel foram os primeiros a descobrir, encontramos também algo novo: células exercitadas por linhas. Um estímulo típico é mostrado a esquerda da figura. Para excitar de modo ótimo uma dada célula, a linha precisa estar na posição e orientação certas. Movimentar ou fazer uma rotação na linha faz com que a célula capte pouco ou nada. Encurtar a linha faz com a célula capte menos; encompridá-la resulta em que a célula mantém sua alta taxa de captação. Em suma, a célula é excitada pela luz na região da barra brilhante, inibida pela luz, nas regiões laterais, escuras e

indiferente à luz, em todos os outros lugares. Tais células são denominadas de *células simples*.

Para cada ponto do seu campo de visão, há células simples em V1 'procurando' sua linha ótima. Uma célula demanda uma linha vertical, outra uma linha horizontal e uma outra, oblíqua. Todas as orientações de linha são representadas em cada ponto do seu campo de visão. Novamente, são necessários, para isso, vários neurônios, literalmente, centenas de milhões, em V1.

As células simples não estão sozinhas. *Células complexas*, tais como as simples, buscam linhas orientadas, mas possuem campos receptivos mais amplos e não apresentam uma divisão nítida entre: sub-regiões excitadoras e inibidas. Células *hipercomplexas* também procuram linhas orientadas, mas se importam com seu comprimento. Se uma linha for comprida demais, a célula hipercomplexa reduz sua taxa de captação. E mesmo algumas células mais simples apresentam, nelas próprias, *seletividade de direção*: elas são excitadas de forma melhor se uma linha se mover numa dada direção (HOFFMAN, 2000, P. 70).

O que acontece se nós mostrarmos um limite subjetivo ou mais precisamente um arranjo em que vemos um limite subjetivo, para as células em V1? Isso foi verificado em macacos-reso: cerca da metade das células são excitadas se o limite estiver em posição e orientação certas. Na área V2, que é vizinha a V1, cerca de um terço das células são excitadas por limites subjetivos. Obtém-se resultados similares em gatos.

Esses são apenas alguns dos aspectos importantes, mas, suficientes, no que precisávamos esclarecer neste trabalho. Espero, para convencê-los de que nós fazemos grandes esforços para construir linhas.

Em resumo, o argumento é simples. Sua imagem retiniana é discreta e contínua. Logo, se vemos linhas e superfícies contínuas, e fazemos, então precisa construí-

la a partir de informações discretas. E se às construímos, então deveríamos constatar evidências desse fato na atividade do cérebro. Em cada uma das espécies, encontramos evidências claras de grandes recursos neuronais empregados na construção de linhas. Logo, não são apenas os limites subjetivos das figuras de Kanizsa que construímos, mas, também, cada linha e mancha de seu desenho. Se nós às vemos, é porque às construímos.

Esse argumento implica uma conclusão interessante sobre os próprios neurônios. Podemos ver neurônios com a ajuda de colorações e microscópios.

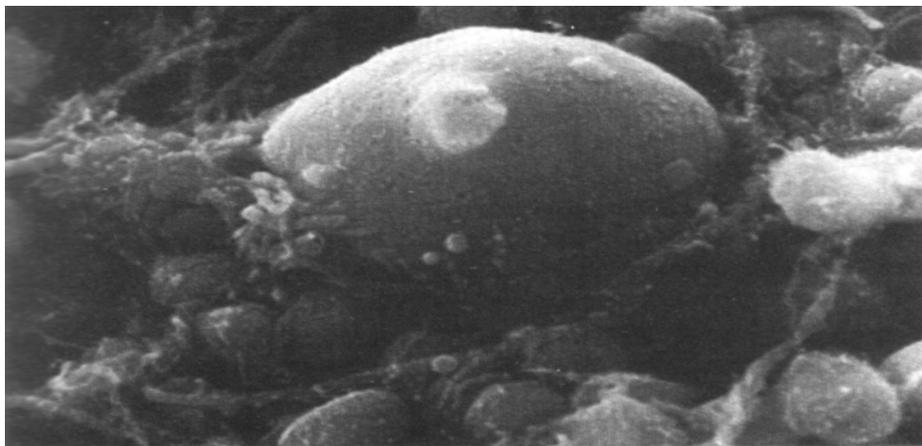


Figura 2.7: Neurônios (Hoffman, 2000)

2.5.2 A visão e suas transformações

A experiência cotidiana e a linguagem corrente nos dizem que vemos com os olhos. Acrescentar que são apenas um dos instrumentos e sem dúvida o mais complexo. A visão é, de fato, um processo que emprega diversos órgãos especializados. Segundo Aumont (1993) numa primeira aproximação pode-se dizer que a visão resulta de três operações distintas e sucessivas: ópticas, químicas e nervosas.

2.5.2.1 Transformações ópticas

Os raios luminosos provenientes de uma fonte (o sol por exemplo) vem atingir o objeto (suponhamos um bastão branco), que deles refletem uma parte em todas as direções; entre os raios refletidos, certa quantidade penetra na abertura da câmera obscura e vai formar uma imagem (invertida) do objeto sobre a parede do fundo. Por ser uma luz bastante difusa, apenas uma pequena quantidade alcança essa parede: a imagem é, portanto, extremamente pálida. Para aumentar sua luminosidade é necessário que se intensifique a quantidade de luz que penetra na câmera obscura, alargando a abertura. Para atenuar esse defeito é que a partir do século XVI foram inventadas as lentes convergentes: pedaços de vidro especialmente talhados para coletar a luz em toda a sua superfície e concentrá-la em um único ponto.

Esse é o princípio da “captura” de uma grande quantidade de raios sobre uma superfície, e da concentração deles sobre um ponto, que muitos instrumentos de óptica utilizam, embora hoje a maioria tenha objetivos mais complexos, com o uso de combinações de lentes, é esse mesmo princípio que funciona no olho.

O Olho é um globo aproximadamente esférico, de diâmetro em torno de dois centímetros e meio, revestido por uma camada em parte opaca (a esclerótica), e em parte transparente. É esta última parte, a córnea, que garante a maior parte de convergência dos raios luminosos. Atrás da córnea encontra-se a íris, músculo esfíncter comandado de modo reflexo, que delimita em seu centro uma abertura, a pupila, cujo diâmetro vai de 2 a 8 milímetros aproximadamente (Aumont, 1993, p.19). A pupila abre-se para deixar entrar luz, quando esta é pouco intensa, e fecha-se em caso contrário. Quanto mais a pupila se fechar maior será a profundidade de campo. Isso pode ser facilmente verificado, por exemplo, quando se produzem aberturas artificiais da pupila pela atropina (para examinar o fundo de olho ou tratá-lo); não se vê “mais claro”, mas “menos nítido”. O tamanho da pupila varia, espontaneamente, em função de estados emocionais diversos: medo, raiva, estados induzidos por psicotrópicos, etc.

Enfim, a luz que atravessou a pupila deve ainda atravessar o cristalino, que a faz convergir mais ou menos. O cristalino é do ponto de vista óptico, uma lente biconvexa, de convergência variável. É esta variabilidade que se chama acomodação. Acomodar é fazer variar a convergência do cristalino ao torná-lo mais ou menos abaulado, em função da distância da fonte da luz. Para manter a imagem nítida no fundo do olho será tanto mais necessário aumentar a convergência dos raios quanto mais próxima estiver a fonte luminosa. É ainda um processo reflexo, bastante lento, já que é preciso um segundo para passar da acomodação mais próxima à mais distante. É costume comparar o olho a uma máquina fotográfica em miniatura: está certo, desde que se atente que a comparação só se aplica à parte puramente óptica do processo da luz.

2.5.2.2 Transformações químicas

O fundo do olho é revestido por uma membrana, a retina, na qual se encontram inúmeros receptores de luz. Esses receptores são de dois tipos: os bastonetes (em torno de 120 milhões) e os cones (em torno de 7 milhões); estes últimos estão presentes nas imediações da *fóvea*, espécie de pequena cavidade da retina, quase sobre o eixo do cristalino, particularmente rica em receptores.

Bastonetes e cones comportam moléculas de pigmento (em torno de 4 milhões de moléculas por bastonete) contendo uma substância, a rodopsina, que absorve *muitos* luminosos, e decompõe-se, por reação química, em duas outras substâncias. Uma vez operada essa decomposição, a molécula em decomposição nada mais pode absorver; em compensação, se for interrompido o envio de luz, a reação se inverterá e a rodopsina se recomporá (é preciso permanecer no escuro por volta de três quartos de hora (20 minutos) para que todas as moléculas de rodopsina da retina se recomponham, mas a metade já é recomposta ao término de 5 minutos): pode-se então tornar a pôr em funcionamento essa molécula.

Dito de outra forma, a retina está diante de um gigantesco laboratório de química. É muito importante compreender, entre outras coisas, o que se chama imagem retiniana nada mais é do que a projeção óptica obtida sobre o fundo do olho, graças ao sistema de córnea+pupila+cristalino – e que essa imagem, ainda de natureza óptica, é *tratada* pelo sistema químico retiniano, que a transforma numa informação de natureza totalmente diferente. É essencial compreender que não vemos nossa imagem retiniana, apenas um oftalmologista que utiliza aparelho especial pode percebê-la.

2.5.2.3 Transformações nervosas

Cada receptor retiniano está ligado a uma célula nervosa, por um relé (que se chama sinápsis); cada uma dessas células está, por meio de outras sinápsis, ligada por sua vez a uma célula que constituem as fibras do nervo óptico. As comunicações entre essas células são muito complexas: aos dois níveis sinápticos somam-se múltiplas ligações transversais, que agrupam as células em rede. O nervo óptico parte do olho e chega a uma região lateral do cérebro, a articulação, de onde novas conexões nervosas saem em direção a parte posterior do cérebro, para chegarmos ao córtex estriado.

De modo muito esquemático, pode-se dizer que essa rede extremamente densa e complexa representa um terceiro e último estágio de processamento de informação, tratada de óptica e em seguida de química. Em regra geral, não há correspondência ponto a ponto, mas ao contrário, multiplicação de correspondências transversais: o sistema visual não se contenta em copiar a informação; processa-a em cada estágio. Assim, por exemplo, as sinápsis não são simples relés; tem ao contrário papel ativo, algumas sendo "excitadoras" e outras "inibidoras".

Essa parte do sistema perceptivo é mais importante, mas também a menos conhecida, já que se começou a ter idéias um pouco exatas sobre sua estrutura e seu funcionamento há apenas trinta anos. Ainda não se sabe com exatidão como

a informação passa do estágio químico ao estágio nervoso (a própria natureza do sinal nervoso, que apenas metaforicamente é comparável a um sinal elétrico, não é total e clara). Se o olho se assemelha até um certo ponto a uma máquina fotográfica, se a retina é comparável a uma espécie de chapa sensível, o melhor da percepção visual realiza-se depois, através de um processo de tratamento da informação que, como todos os processos cerebrais, está mais próximo de modelos informáticos ou cibernéticos do que modelos mecânicos ou ópticos (“mais próximos não querendo evidentemente dizer que esses modelos sejam necessariamente adequados”) (AUMONT,1993,p.22).

2.5.3 Como percebemos?

A percepção visual é o processamento, em etapas sucessivas, de uma informação que nos chega por intermédio da luz que entra em nossos olhos. Como toda informação, esta é *codificada* – em um sentido que não é o da semiologia: os códigos são, aqui, regras de transformação naturais (nem arbitrárias, nem convencionais) que determinam a atividade nervosa em função da informação contida na luz. Falar de codificação da informação visual significa, pois, que nosso sistema visual é capaz de localizar e interpretar certas regularidades nos fenômenos luminosos que atingem nossos olhos. Em essência essas regularidades referem-se a três características da luz: sua intensidade, seu comprimento de onda e sua distribuição no espaço (AUMONT, 1993, p.22).

2.5.3.1 A intensidade de luz: percepção da luminosidade

O que vivenciamos como a maior ou menor luminosidade de um objeto corresponde, na verdade, à nossa interpretação, já modificada por fatores psicológicos, por exemplo, da quantidade real de luz emitida por esse objeto, se for uma fonte luminosa, como o sol, uma chama, uma lâmpada elétrica etc, ou da quantidade de luz refletida por ele. Em essência, o olho reage aos fluxos luminosos. Quando esse fluxo aumenta o número de células retinianas atingidas torna-se maior, as reações de decomposição da rodopsina produzem-se em maior

quantidade e o sinal nervoso torna-se mais intenso. Com exceção dos objetos pouco luminosos que não são percebidos e de objetos muito luminosos, que emitem luminosidade tão intensa a ponto de destruir o sistema nervoso. É costume distinguir dois tipos de objetos luminosos, correspondentes a dois tipos de visão: a *visão fotópica* – corresponde a toda gama de objetos que consideramos como normalmente iluminados por uma luz diurna; aciona, sobretudo os cones, responsáveis pela percepção das cores. A visão fotópica é cromática. A *visão escotópica* – corresponde à visão noturna – predominância dos bastonetes; percepção acromática, de fraca acuidade, e que diz respeito, sobretudo quando está muito escuro, a periferia da retina. É claro que é muito simplificada essa apresentação do desempenho do olho diante dos fluxos luminosos; não foram levadas em consideração todas as variações, acarretadas pela retina.

2.5.3.2 O comprimento de onda: percepção da cor

Assim como o sentimento de luminosidade provém das reações do sistema visual à luminância dos objetos, o sentimento de cor provém de suas reações ao comprimento de onda das luzes emitidas ou refletidas por esse objetos : contrariamente à nossa impressão espontânea, a cor – bem como a luminosidade – não está “nos objetos”, mas “em nossa percepção” (AUMONT, 1990, p.25).

A percepção da cor é devido a atividade de três variedades de cones retinianos, em que cada um é sensível a um comprimento de onda diferente (para uma pessoa normal, não daltônica, esse comprimentos de onda são de 0,440 u, 0,535 u e 0,565 u, correspondentes respectivamente a azul-violeta, verde-azul e verde-amarelo). Não descrevemos a codificação em estágios terminais do sistema visual, em razão de sua complexidade; basta mencionar que certos agrupamentos de células, da retina ao córtex, são especializados na percepção da cor, e que esta é uma das dimensões essencial de nosso mundo visual (AUMONT, 1990, p. 26).

2.5.3. 3 A distribuição espacial da luz: as bordas visuais

A maioria das pessoas sabem, mesmo de modo confuso, que o olho está equipado para ver a luminosidade e a cor dos objetos, poucos sabem que ele está também equipado para perceber os limites espaciais desses objetos, suas bordas (AUMONT, 1990, p. 27).

A noção de “borda visual” designa a fronteira entre duas superfícies de luminância diferente – qualquer que seja a causa dessa diferença de luminância – para um dado ponto de vista (há uma borda visual entre duas superfícies em que uma está atrás da outra, por exemplo; mas se o ponto de vista muda, a borda não estará no mesmo lugar).

2.5.4 O que é ver uma imagem?

O que é percebê-la, e como essa percepção se caracteriza com relação aos fenômenos perceptivos em geral?

A percepção visual é uma atividade complexa que não se pode separar das grandes funções psíquicas, a inteligência, a cognição, a memória, o desejo. Assim a investigação, iniciada do exterior, ao seguir a luz que penetra no olho, leva logicamente a considerar o sujeito que olha a imagem – aquele que constrói a imagem, o que chamamos de expectador ou observador. É claro que esse observador jamais tem com as imagens, uma relação abstrata “pura”, separada de toda a realidade concreta.

Segundo Aumont, (1990, p.15), a visão efetiva das imagens realiza-se em um contexto multiplamente determinado: contexto social, contexto institucional, contexto técnico, contexto ideológico. É o conjunto desses fatores que regulam a relação do observador com a imagem, que chamamos de dispositivos. Ao ter assim considerado os principais aspectos da relação entre uma imagem concreta e seu destinatário concreto, torna-se possível o funcionamento próprio da imagem.

Que relação o observador estabelece com o mundo real, ou seja, como a imagem o representa? Quais são as formas e os meios dessa representação, como ele trata as grandes categorias de nossa concepção da realidade que são o espaço e o tempo? E também, como a imagem inscreve significações?

As especificidades das imagens, de suas virtudes e seus valores particulares. Se existem imagens é porque temos olhos: é evidente. As imagens, artefatos mais abundantes e importantes em nossa sociedade, não deixam por isso de ser objetos visuais como os outros, regidos exatamente pelas mesmas leis perceptivas. Vamos começar por um breve estudo dessas leis.

A percepção visual é, de todos os modos de relação entre o homem e o mundo que o cerca, um dos mais bem conhecidos. Há um vasto corpus de observações empíricas, de experimentos, de teorias, que começou a constituir-se desde a antiguidade. Euclides, pai da geometria foi também em torno de 300 a. C, um dos fundadores da óptica – ciência da propagação dos raios luminosos – e um dos primeiros teóricos da visão. Na era moderna, artistas e teóricos como Alberti, Dürer, Leonardo da Vinci, filósofos como Descartes, Berkeley, Newton, e, é claro físicos, empenharam-se nessa exploração (AUMONT, 1993, p. 17).

É no século XIX que começa verdadeiramente a teoria da percepção visual, com, Helmholtz e Fechner. Em data recente, desde a última guerra, os laboratórios da psicofísica desenvolveram-se e a quantidade de observações e experiências tornou-se considerável. Em resumo, o estudo da percepção visual tornou-se mais científico, mas ainda se está bastante longe de saber tudo sobre o complexo fenômeno (AUMONT, 1993).

O estudo da percepção situa-se num nível menos sensorial e mais cognitivo. Segundo M. Reuchlin a percepção é uma construção, um conjunto de informações selecionadas e estruturadas, em função da experiência anterior, das necessidades

e das intenções do organismo implicado ativamente numa determinada situação (FIALHO, 1997).

As duas tendências conflitantes nas neurociências são a de se acreditar na possibilidade ou impossibilidade de entender o fenômeno da percepção baseado somente nas propriedades de neurônios individuais. Aparentemente, a percepção depende da atividade simultânea e cooperativa de milhões de neurônios espalhados através do córtex.

A Teoria do Caos é uma das técnicas mais promissoras na busca por uma ordem oculta nos complexos e aparentemente aleatórios comportamentos do cérebro durante a percepção. A diferença entre fenômenos caóticos e aleatórios pode ser super simplificada se compararmos, ao caos, o comportamento de um painel luminoso de alarmes numa sala de controle durante um 'blackout' e, à aleatoriedade, o comportamento de uma multidão, aterrorizada por algum motivo (FIALHO, 1997).

2.5.5 Percepção das cores

Neurônios fabricantes de cores

O mistério da percepção das cores tem chamado a atenção de filósofos, físicos, biólogos e escritores há séculos. Não por acaso, o assunto mereceu especial atenção de sábios e pesquisadores influenciados pelo Iluminismo. O alemão Johann Wolfgang Goethe (1749-1832) escreveu seu tratado sobre as cores impressionado com a incompatibilidade entre as teorias clássicas e a realidade. Goethe reconheceu e analisou, no final do século XVIII, alguns fenômenos que seriam identificados quase duzentos anos depois (SACKS, 1995).

O escritor cientista notava a persistência mágica de imagens na retina e as ilusões produzidas pela cor e por outros estímulos visuais. Goethe (apud Sacks, 1995) estava preocupado com a maneira como vemos a realidade, como a

transformamos em registros particulares do mundo externo. Segundo ele, esses fenômenos não são explicados pela física de Newton, mas pelo funcionamento interno do cérebro. Para o escritor, "a ilusão de óptica é a verdade óptica".

O escrito de Goethe foi muito criticado na época, tido como uma espécie de exercício pseudocientífico. Outro alemão, Hermann Von Helmholtz, entretanto, daria novos subsídios aos adeptos da teoria da ilusão das cores. O cientista demonstrou que, no processo de percepção, as cores dos objetos são preservadas mesmo com grandes e significativas alterações no comprimento de onda que os iluminam. O comprimento de onda da luz que ilumina uma banana, por exemplo, varia de acordo com a fonte de luz e a posição do observador. No entanto, a fruta permanece sempre amarela. Esse fenômeno não poderia ser uma simples transformação dos dados do comprimento da onda em cor. Helmholtz concluiu que deveria haver uma "inferência consciente", um processo de correção automática dos dados recebidos, uma maneira interna de organizar o caos de estímulos e dar-lhes um significado (SACKS, 1995).

Em 1957, Edwin Land (apud Sacks 1995) o inventor da Polaroid, realizou uma formidável demonstração teórica da ilusão das cores. Fez duas imagens em preto e branco da mesma cena, usando dois filtros: um vermelho e outro verde. Depois projetou a primeira imagem com filtro vermelho e, sobre ela, a segunda, com luz branca comum. Esperava-se uma imagem em tons caóticos de rosa. Mas, para surpresa geral, brotou uma moça com cabelos loiros, casaco vermelho e perfeitos tons naturais de pele. O teatro das células cerebrais – a experiência não pôde ser satisfatoriamente explicada na ocasião e não rendeu novos conceitos científicos. Para muitos, no entanto, provava a teoria de Goethe, da ilusão das cores. O azul e o vermelho não estão lá, de fato, mas são impressões criadas pelo cérebro.

Criamos nossas cidades com o trabalho das mãos, mas as vemos segundo os caprichos do cérebro. No grande teatro da vida, vemos apenas as peças que as células do cérebro decidem representar. Colocar em outro lugar.

2.5.5.1 Construção da cor

Imagine, se ao acordar percebêssemos que não distinguíamos mais as cores, ou apenas a metade esquerda colorida e a outra metade em cinza sujo.



Figura 2.8. Visão de uma prateleira com porcelana Chintz (Hoffman,2000,p.102)

Essa seria uma experiência curiosa. Esse foi o destino de Jonathan I, um artista que trabalhou com Geórgia O’Keeffe no Novo México e desenvolveu, posteriormente, uma carreira bem-sucedida como diretor de arte e artista de comerciais. A cor foi um seu meio de ganhar a vida, até que um dia aos sessenta e cinco anos, sofreu uma concussão, num acidente de carro, sem importância. Dois dias depois percebeu que não via cores, apenas tons de cinza sujo. Os tomates pareciam pretos, a pele “cor de rato” e as flores de um sortimento de cinza sem graça. Mesmo seu poder de imaginar cores, que antes tinha sido intenso, não existia mais (HOFFMAN, 2000).

O Sr. foi diagnosticado pelo neurologista Oliver Sackes como tendo acromatopsia cerebral, uma perda da sensação de cor por todo o campo visual, causada por dano cerebral no córtex cerebral. É rara, mas muitos casos foram relatados ao longo dos últimos três séculos. A causa típica, primeiramente descoberta pelo oftalmologista suíço Louis Verrey (1854-1916), em 1888, citado por Hoffman

(2000), é dano na parte mais inferior do lobo occipital, nas circunvoluções: lingual e fusiforme.

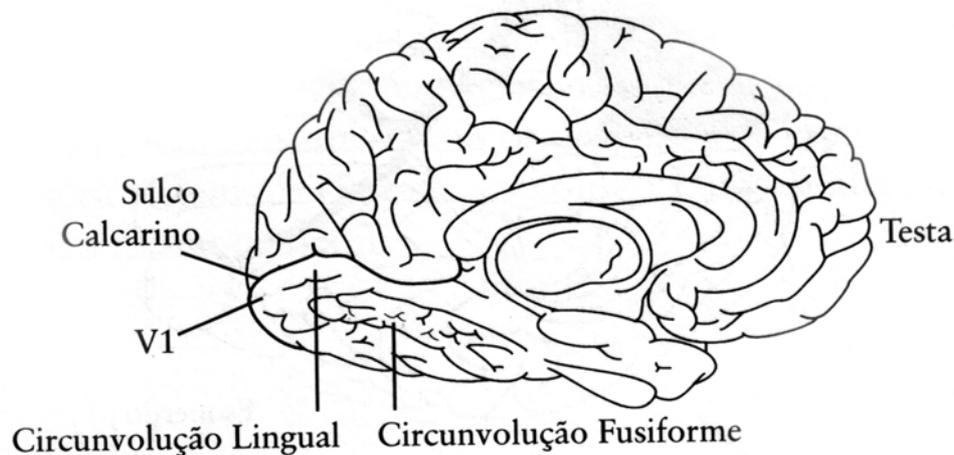


Figura 2.9: Circunvoluções lingual e fusiforme próximas da área visual primária V1 (Hoffman, 2000, p.103).

Essa figura mostra a superfície média do hemisfério esquerdo do cérebro humano. As circunvoluções lingual e fusiforme ficam, como podemos ver, na direção da parte posterior do cérebro, e próximas as áreas visual primária V1. Baseado em suas observações clínicas e em autópsias, Verrey concluiu: “O censo do centro cromático é encontrado na parte inferior do lobo occipital, provavelmente na parte posterior das circunvoluções lingual e fusiforme”. Sua idéia foi revolucionária – uma porção do cérebro devotada à construção da cor. Para a maioria dos seus contemporâneos, isso era algo revolucionário demais, o que fez com que sua proposição fosse veemente contestada e, em seguida, amplamente ignorada.

Essa situação permaneceu até 1973, quando o neurologista Semir Zeki estudou a região análoga do córtex de macaco-reso, a área V4, e descobriu que as atividades de muitos neurônios, nesta área, tem melhor correlação com a cor percebida. Estudos subseqüentes mostram que as células do V4 processam tanto forma quanto cor. Isso levou a um renascimento de interesse na proposição de Verrey. Num teste recente pesquisadores descobriram que, se estimularem as circunvoluções lingual e fusiforme em sujeitos humanos, através de campos

magnéticos, os sujeitos relatam ver cromatófenos – anéis e halos coloridos. Não é necessário luz e nem mesmo olhos, para que se veja a cor; é necessário apenas a estimulação das circunvoluções lingual e fusiforme (HOFFMAN, 2000).

Devemos estar admirados com a hemiacromatopsia. Por que eles vêem a cor em metade do campo visual, mas apenas tons de cinza na outra metade? A resposta é porque eles têm danos nas circunvoluções lingual e fusiforme de apenas um hemisfério cerebral. Nosso cérebro possui dois hemisférios, ligados de forma tal que o hemisfério esquerdo constrói o campo visual direito e o hemisfério direito constrói o campo visual esquerdo:

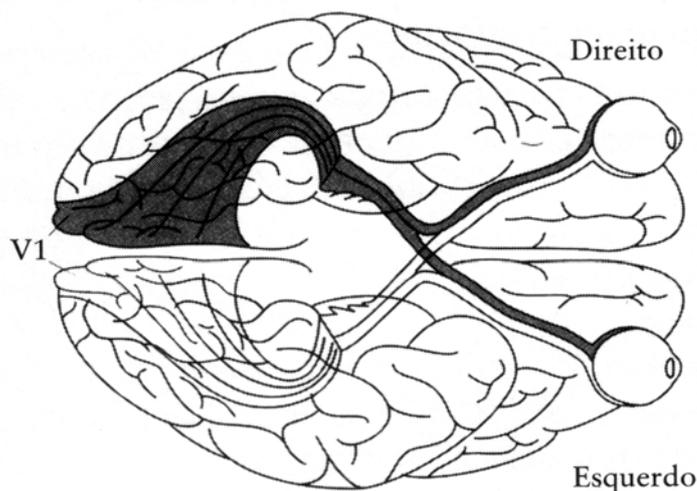


Figura 2.10: Trajetos dos olhos até V1 (Hoffman, 2000, p.104)

Essa é a visão do cérebro tomada de baixo, mostrando os trajetos dos olhos até V1. Observe que o trajeto, sombreado de cinza, parte da metade direita de cada olho. Devido ao fato de a ótica de cada olho reverter esquerdo e direito (assim com em cima e em baixo), a metade direita de cada olho vê a metade esquerda do campo visual. O trajeto cinza continua até V1 do hemisfério direito, de modo que o hemisfério direito constrói o que vemos no campo visual esquerdo. Um erro comum, que não cometeremos mais, a partir desse momento, é pensar que o olho direito está conectado ao hemisfério esquerdo e o olho esquerdo ao hemisfério

direito. Podemos ver, no diagrama, que isso não corresponde à realidade. Ambos os olhos estão conectados a ambos os hemisférios.

Assim se sofremos um dano nas circunvoluções lingual e fusiforme apenas do lado esquerdo, não poderá mais construir a cor no campo visual direito; só conseguirá construir tons de cinza. De modo similar, se houver dano na a essas circunvoluções apenas do hemisfério direito, não conseguirá construir a cor do lado esquerdo. O resultado em cada um desses casos é o estranho mundo meio colorido e meio cinza da hemiacromatopsia.

Podemos mudar isso de figura. Suponhamos que utilizemos campos magnéticos para estimular, em sujeitos normais, apenas as circunvoluções lingual e fusiforme do hemisfério esquerdo. Em seguida, predizemos que eles deveram ver cores não usuais no campo visual direito. De modo similar, predizemos que estimulação apenas do lado direito deveria resultar em cores não usuais no campo visual direito. De modo similar, predizemos que apenas a estimulação do lado direito deveria em resultar em cores não usuais do campo visual esquerdo. Isso foi realizado e ambas as predições estão corretas.

Suponha, agora, que utilizemos campos magnéticos para inibir em sujeitos normais, as cincunvoluções lingual e fusiforme apenas do hemisfério esquerdo. Em seguida predizemos que eles deveriam experimentar hemiacomatopsia, com uma perda do campo visual direito, similarmente inibir o hemisfério direito deveria resultar em perda da cor no campo visual esquerdo. De novo, ambas as predições estão corretas (HOFFMAN, 2000, p. 105).

Por sorte derrames cerebrais e equipamentos de alta tecnologia não são os únicos meios disponíveis para mostrar que construímos a cor. Podemos pegá-lo em flagrante fazendo isso em desenhos simples. Talvez o mais marcante seja os desenhos de espalhamento de cor de néon, descritos em 1935, pelo psicólogo Hans Wallach. Considere por exemplo, a minhoca de néon:



Figura 2.11: Minhoca de Neon (Hoffman, 2000, p.105).

À esquerda, há uma seqüência de linhas azuis. À direita está a mesma seqüência acrescida de linhas pretas. Observem que nas linhas da direita, construímos algo mais: uma minhoca azul brilhante com limites subjetivos claros. Não apenas as linhas são azuis, mas o espaço entre elas. É quase como olhar um letreiro de luz em néon. Quando continuamos olhando essa figura, o efeito é mais espantoso: Vemos as linhas todas pretas, em baixo de uma película azul transparente.

Se medirmos a cor entre as linhas com um fotômetro, não encontraremos azul algum. As cores que vemos entre as linhas, e de fato, a minhoca inteira, é construção nossa. Um fotômetro não consegue criar o que nós conseguimos (HOFFMAN, 2000, p.106).

Quando construímos a cor, nós não construímos apenas a cor. Em vez disso construímos várias propriedades visuais de uma só vez e tentamos torná-las mutuamente consistentes: organizamos nosso mundo visual em objetos e atribuímos formas tridimensionais a esses objetos, alocamos fontes de luz que iluminam esses objetos e determinamos cor tanto para as fontes de luz quanto para os objetos. Como sempre as imagens são infinitamente ambíguas. Há inúmeras maneiras através das quais você poderia interpretar uma imagem em termos de objetos, suas formas, suas cores e suas fontes de luz. Nós poderíamos contrabalançar cor de superfície com a cor que ilumina, ou a forma da superfície com a cor da superfície. As possibilidades são infindáveis. Mas novamente temos

regras, regras bastante sofisticadas, que os pesquisadores começaram, recentemente, a descobrir, pelas quais nós selecionamos uma interpretação dentre as inúmeras possibilidades.

Nós podemos ver a nossa própria obra cada vez que vamos a um cinema. Quando sentamos na cadeira e assistimos ao filme, num jeito pelo qual nós poderíamos interpretar o nosso campo visual seria o seguinte: há um objeto grande, branco, plano (a tela), e está por luzes de cores diferentes em lugares diferentes, e estas luzes vão se modificando. Essa é, certamente, uma interpretação legítima: um filme é, afinal, padrões mutantes de luz colorida, projetados numa tela branca. Mas duvido que nós iríamos ao cinema, se essa fosse a única interpretação que fizéssemos. Em vez disso, vamos ao cinema porque, quando assistimos o filme, criamos um mundo em 3D com objetos coloridos que mudam e interagem, e com luzes coloridos que brilham nesses objetos. É esse mundo que o entretém, não a tela e as luzes projetadas. Essas apenas fornecem um ambiente adequado para que nós criemos os nossos próprios mundos visuais e entretenha-se com suas próprias criações.

É claro que não são quaisquer luzes que funcionarão. Se projetarmos luzes diferentes em uma tela, ao acaso, não criaremos um belo mundo de objetos e iluminadores em 3D com nossas aptidões.; o que veremos é uma desordem de imagens. O fato não é que nós às vezes criamos mundos visuais, e outras vezes, não os criamos. Nós tentamos criá-los toda vez que abrimos os olhos. É, apenas não podemos fazer algo do nada, colocando informação ruim para dentro, tudo que nossa inteligência visual pode fazer é processar informação ruim. Dá muito trabalho não colocar informação ruim desorganizadas; esse é o motivo pelo qual os créditos, no final do filme, são tão longos. É a razão pela qual apreciamos tanto um filme bem-feito e bem editado. Em algum nível, o realizador do filme compreende as regras que usamos para criar mundos visuais e nos dá exatamente aquilo que precisamos para fazer grandes criações. Apreciamos alguém que nos ajuda a olhar bem (HOFFMAN, 2000, p.109).

As cores embaralhadas não estão à altura dos padrões do cinema moderno, mas, se dermos uma olhada nelas novamente, poderemos ver um exemplo simples dos seus poderes criativos com a cor. Um exemplo disso são as cores embaralhadas, concebidas por Jan Konderink.

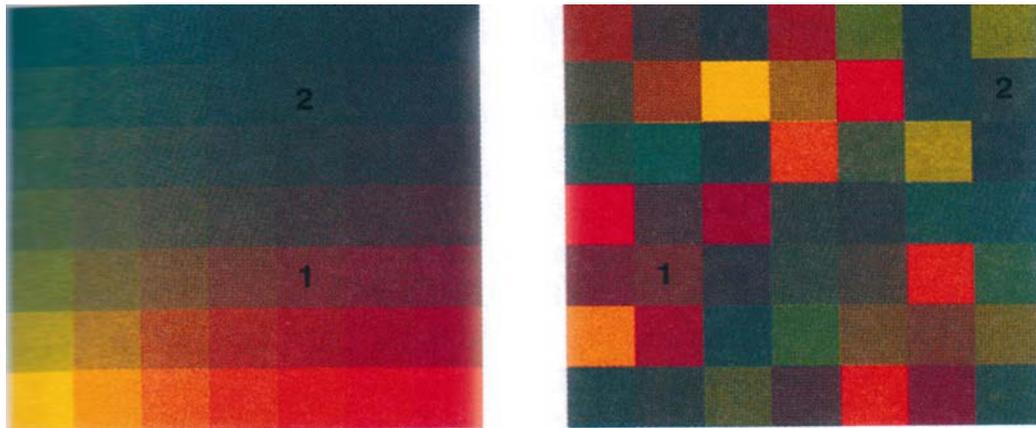


Figura 2.12: Cores embaralhadas Jan Konderink (Hoffman, 2000, p.107).

Observe que, à esquerda, vemos apenas quadrados coloridos, mas também luzes coloridas iluminando aqueles quadrados. Uma luz amarela brilha de um canto, uma vermelha de outro, azul e verde dos restantes. Mas, à direita, onde os mesmos quadrados foram rearrumados, vemos mais iluminadores de cores diferentes. Em vez disto, vemos um único iluminador sem cor brilhante, uniformemente sobre todos os quadrados. Ambas as figuras têm os mesmos tipos de tintas, mas seus arranjos, relações, organizadas de forma diferentes, o induzem a criar interpretações diferentes de superfícies e fontes de luz.

Por quê? Segundo Hoffman (2000), duas regras, pelo menos, atuam aqui.

A primeira: Interprete mudanças graduais de tonalidade, saturação e brilho, em uma imagem, como mudança na iluminação.

A segunda: Interprete mudanças bruscas de tonalidade, saturação e brilho, em uma imagem, como mudanças em superfícies.

Mudanças em superfícies incluem cantos, limites de objetos e mudanças de cor (como veio, na madeira, ou na tinta, no papel). Essas duas regras na realidade sublinham sua sofisticação ao mudar mudanças em imagens.

As regras aplicam-se às cores embaralhadas da seguinte maneira. À esquerda, os quadrados são arrumados de forma que as mudanças na tinta, de um quadrado para o seguinte, sejam tão graduais quanto possível. Interpretamos essas transições graduais como mudanças de iluminação. Vemos uma fonte de luz amarela brilhando a partir do canto inferior esquerdo, e uma luz azul, a partir do canto superior direito. Nós interpretamos a transição gradual entre esses cantos como uma mudança de equilíbrio entre essas duas luzes. Há também mudanças abruptas nos limites entre os quadrados. Às interpretamos como mudanças na cor da superfície. Se não houvesse limites, apenas uma transição suave, não veríamos mudanças de imagens a mudança de iluminação: vemos uma única iluminação uniforme. Em vez disso, atribuímos todas as mudanças de imagem a mudança de cor da superfície.

Essa atribuição diferente das mudanças de imagem, entre cores e iluminação de superfície, é a razão pela qual, quadrados de tintas iguais podem parecer tão diferentes, no lado esquerdo e direito do embaralhamento de cores.

Voltando, mais uma vez, ao cinema, essas regras também explicam por que, quando vemos um filme de ação no cinema, por exemplo, vemos como uma tela branca com luzes complexas e saltitantes. O realizador sabe que a sua inteligência visual interpreta, de forma consistente, mudanças lentas em imagens como sendo causadas por luzes, e mudanças abruptas causadas por objetos e superfícies. Então o realizador conseguiu através de um projetor de cinema, fazer brilhar, na tela do cinema, um tipo bastante fora do comum, que tem mudanças

abruptas. Essa luz que sai do projetor engana sua inteligência visual, que interpreta as mudanças abruptas de luz, diferentemente, como mudanças de objetos e superfícies. É claro que, como veterano freqüentador de cinema, sabemos que estamos olhando para uma tela plana branca que não muda, e que só a luz que brilha na tela está mudando. Mas este conhecimento nunca convence nossa inteligência visual que continua a interpretar as imagens dentro dos cinemas pelas mesmas regras que interpreta imagens fora deles. Essa é uma limitação clara da inteligência visual: ela é impermeável a informações contextuais que tenhamos, tal como de estar dentro do cinema, e que deveriam ser úteis para interpretar imagens. No entanto, essa limitação tem seu lado positivo. Pode continuar a apreciar um cinema, sabendo de que forma estamos sendo enganado. É lógico que essas regras não contam toda a história. Usamos muito mais regras, e mais sofisticadas, para construir objetos, superfícies e luzes (HOFFMAN, 2000, p.111).

Um outro exemplo, com tons de cinza. “a forma de bolinhos”: vemos cinco saliências e uma cavidade, cada qual de um cinza homogêneo, e todas iluminadas por uma única fonte de luz, que brilha a partir do topo da página. É claro que há inúmeras maneiras pelas quais poderíamos, a princípio, escolher interpretar essas imagens. Poderia por exemplo, escolher interpretá-la como apenas uma superfície plana com padrões mutáveis de pigmento.

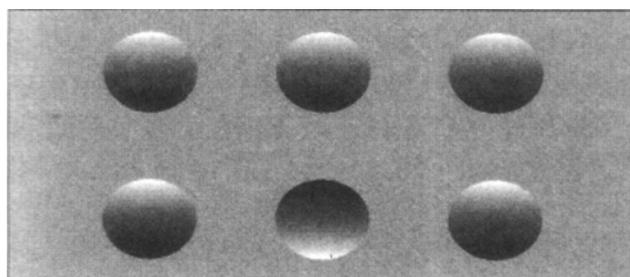


Figura 2.13: Forma de bolinhos (Hoffman, 2000, p. 111)

Viremos à página de cabeça para baixo. Agora criamos uma cena diferente. Provavelmente vemos cinco cavidades e uma protuberância, cada qual de um

cinza homogêneo, e todas iluminadas por uma fonte no topo. Esse fenômeno foi observado por em 1786, pó David Rittenhouse (1732-1796), astrônomo e construtor do primeiro telescópio nos Estados Unidos.

Se colocarmos a página do lado certo, e em seguida, de cabeça para baixo, várias vezes, veremos a cada vez, que oscilamos entre essas duas mesmas interpretações. Somos consistentes e confiantes, o que sugere que estamos nos apoiando em regras poderosas, porém simples. Aqui estão duas delas: Construa o menor número possível de fonte de luz e coloque as fontes de luz acima da cabeça.

2.5.6 Modelos de percepção segundo Tony Buzan (1996): olho – cérebro – câmara

Consideremos, em primeiro lugar, o sistema: olho/cérebro/mente: ainda nos anos 50, a câmera fornecia o modelo para a percepção e imagens mentais: à lente da câmera correspondia a lente dos olhos e a película fotográfica correspondia o próprio cérebro, mas tal afirmação é profundamente inadequada. Podemos comprovar fazendo o seguinte exercício: feche os olhos e imagine seu objeto preferido. Após ter uma imagem mental claramente registrada no olho da mente, faça o seguinte:

- Proceda a rotação
- Observe-a de cima
- Observe-a de baixo
- Modifique-lhe a cor pelo menos três vezes
- Afaste-a como se a estivesse observando-o à distância
- Aproxime-a novamente
- Faça-a enorme
- Faça-a ínfima
- Faça-a desaparecer
- Recupera-a

Esses exercícios podem ser executados sem grande dificuldade; o aparelho e a maquinaria de uma câmara nunca seriam capazes de algo que lhes aproximasse vagamente.

O holograma é considerado como um modelo do cérebro porque constitui um modelo mais razoável que a câmara para a forma como o nosso cérebro funciona, começando a proporcionar-nos uma idéia de quão complexo ele é.

Holograma, segundo o dicionário Aurélio (1988) é uma chapa fotográfica onde se registram as figuras de interferência resultante da superposição das ondas de um feixe de radiação coerentes com as ondas que foram refletidas por um objeto e que se obtém mediante um raio laser.

Mediante esta técnica, consegue-se a divisão em dois de uma luz concentrada ou raio laser. Uma das metades do raio é dirigida à película, enquanto a outra metade, é, primeiro, afastada da imagem, e, depois, dirigida, de novo, para a outra metade do raio. A película holográfica especial registra os milhões de fragmentos em que os raios se transformam após colidirem. Quando se dirigem raios laser com determinada incidência à película, a imagem original é recriada. Surpreendentemente, ela não é recriada como uma superfície plana, mas sim como uma réplica perfeita de um objeto tridimensional pairando no ar. Quer este objeto seja observado de cima, de baixo ou de lado, é visto exatamente da mesma maneira que o seria o objeto original. E para levar mais longe a natureza desta tecnologia, se a película for esmagada em pedaços pequenos com um martelo, cada partícula individual de uma película, continuará reproduzir a totalidade do objeto tridimensional original (BUZAN, 1996, p.35).

Mesmo este produto extremamente refinado de tecnologia, deixa muito a desejar quando comparado com as capacidades únicas do cérebro. Não restam dúvidas de que o holograma se aproxima mais da natureza tridimensional das nossas

imagens mentais, mas a sua capacidade de armazenamento é insignificante comparada com os milhões de imagens que o cérebro é capaz de ativar, aleatoriamente, num único instante (BUZAN, 1996, p. 35).

Outro exemplo bem convincente da perfeição do cérebro humano é o funcionamento e desenvolvimento de um bebê. Longe de ser impotente, ele é o ser mais extraordinário e avançado que existe em termos de aprendizagem, intelecto e memória. Mesmo nas fases mais precoces ultrapassa o desempenho dos computadores mais sofisticados. Com raras exceções os bebês aprendem a falar por volta de dois anos mais ou menos. Dada a universalidade deste fato, entendemo-lo como um dado adquirido, mas se examinarmos o fato mais de perto, podemos concluir que se trata de algo mais complexo. Tente ouvir alguém falar, fazendo de conta que não conhece a língua e os objetos ou idéias veiculados. Não só constatará que se trata de uma tarefa extremamente difícil, mas também dado que os sons se atropelam, verificará que a distinção entre as diferentes palavras será com freqüência bastante imperceptível. Qualquer bebê que tenha aprendido a falar conseguiu ultrapassar não só estas dificuldades, mas também as dificuldades inerentes à diferenciação entre o que faz e não faz sentido. Ao vê-lo confrontando com sons parecidos, misturados e confusos, como ele vai compreender o significado daquilo que dizemos.

A capacidade que a criança tem para aprender a falar implica processos que incluem um controle sutil sobre, uma compreensão inerente do ritmo, matemática, música, física, lingüística, relações espaciais, memória, integração, criatividade, pensamento e raciocínio lógico – o funcionamento de ambos os hemisférios cerebrais (BUZAN, 1996, p.38).

Após estas colocações, sabemos talvez uma das razões pela qual os nossos desempenhos cognitivos não correspondem sequer ao nosso potencial mínimo. É que não nos é prestada nenhuma informação sobre aquilo que somos, ou sobre a

forma como podemos otimizar a utilização das nossas capacidades inatas (BUZAN, 1996, p.41).

Buzan (1996, p. 43) nos diz que “a razão pela qual os sistemas educacionais de todo o mundo atribuem tão pouco tempo ou quase nada, ao ensino do modo como aprendemos é a de que, enquanto espécie, não compreendemos ainda, os princípios fundamentais do funcionamento desse biocomputador”. E continua, utilizando a seguinte metáfora relativa aos computadores: “ainda não conhecemos nem o *software* nem o *hardware* do nosso cérebro”.

Os principal responsável por este processo de aprendizagem são as nossas células nervosas.

2.5.6.1 Os neurônios como sistema de processamento da informação

No início da vida, as células nervosas são pequenas e esparsas. Não há uma malha fechada de conexões. Os neurônios processam sensações e informações somente quando estão agrupados em redes de especialização. A ginástica cerebral ajuda a estabelecer essas refinadas conexões e a sofisticá-las. A falta de uso condena os neurônios a morte. (Sabbatini, URL:<http://www.estado.com.br/ediçao/especial/ciência/cerebro/cere11.html>, acessado 04/04/2000).

Segundo Cardoso, [URL:http://www.epub.org.cm/n01/Amb_evn/cer_amb.html](http://www.epub.org.cm/n01/Amb_evn/cer_amb.html) (acessado 04/04/2000) “o cérebro humano é a mais complexa entidade existente no planeta - talvez mesmo no universo. Sua população, composta por células nervosas (ou neurônios) e células gliais, são em número semelhante ao número de estrelas de nossa galáxia, ou seja, na ordem de centenas de bilhões. As células nervosas comandam a motricidade, a sensibilidade e a consciência; as células gliais sustentam e mantêm vivos os neurônios”.

A atividade das células nervosas constroem um mundo interno que se molda a medida que interage com o ambiente externo. O canal de comunicação entre estes dois ambientes são os nossos sentidos (tato, olfato, visão, audição e gustação) fornecidos por alguns de nossos órgãos que possuem células especializadas que convertem as mensagens de luz, de som, de imagens, de cheiro de sabor e de dor, em códigos compreensíveis para o cérebro, ou seja, em sinais elétricos, que são registrados no cérebro, e este, através de suas células, envia respostas de volta ao ambiente.

A constante interação de mensagens e respostas entre estes dois ambientes é que determina a nossa experiência, sobrevivência e evolução de nosso mundo. São estas células que permitem, desde perceber o perigo, evitá-lo ou correr dele, até a criação de condições que permitem levar o homem à lua, construir aviões a jato ou trens supersônicos e reconstruir genes humanos.

Toda experiência gera transformação. A interação de nosso universo interno com o mundo externo gera o remodelamento de ambos os ambientes para fins de adaptação. De fato - e esta foi uma descoberta significativa das neurociências – a diversidade cultural do ambiente provoca mudanças no cérebro. Novos ramos de células interconectados (conexões sinápticas) são adicionados e ampliados em resposta à experiência e à aprendizagem, alcançando assim, regiões mais amplas do cérebro. Estas células "experientes" remodelam também o comportamento humano, seja em resposta de adaptação ao meio externo, seja para a evolução dele.

2.5.6.1 Interconexão dos neurônios cerebrais

É igualmente interessante notar que o Dr. David Samuel do *Weizmann Institute*, citado por Tony Buzan (1996) calculou que, subjacentes ao leque básico de atividades do cérebro, verificar-se-iam entre 100 000 e 1 000 000 000 000 reações químicas diferentes por minuto!

Cada cérebro é constituído, no mínimo por 1 000 000 000 000 de neurônios ou células individuais. Este número torna-se ainda mais surpreendente à luz do fato de que cada um dos neurônios pode interagir, de diversas formas, com de 1 a 100 000 outros neurônios. A estimativa em 1974 em 1 seguido de oitocentos zeros o número de permutações possíveis. Com o objetivo de compreender o quão imenso este número é, comparemo-lo a um fato matemático sobre o Universo: um dos elementos mais pequenos do universo é o átomo. A maior entidade que conhecemos é o próprio Universo. O número de átomos existente no Universo conhecido é virtualmente imenso: 10 com uma centena de zeros. O número possível de 'mapas de pensamento' num único cérebro faz este número parecer mínimo (BUZAN, 1996, p.30).

Pouco tempo depois, o Dr Pyotr Anokhin da Universidade de Moscovo, passou os últimos anos de sua vida a estudar as capacidades de processamento de informação do cérebro, afirmou que o número 1 seguido de 800 zeros era uma estimativa muitíssimo conservadora devido à relativa imprecisão dos instrumentos a atuais de medida, comparativamente à incrível complexidade do cérebro.

O número 1 não era seguido de 800 zeros. A capacidade de elaboração de padrões do cérebro, ou de 'graus de liberdade' é tão imensa que escreve-la ocuparia uma linha de algarismos, em caracteres normais de escritas, de mais de 10,5 milhões de quilômetros de comprimento! Com número de possibilidades, o cérebro é um teclado no qual podem ser tocadas centenas de milhões de melodias diferentes – atos comportamento ou de inteligência. Não existe ou existiu alguma vez, um único homem que tenha sequer aproximado da utilização total do cérebro – ele é ilimitado (BUZAN, 1996, p. 30).

2.5.7 Ver é apenas abrir os olhos?

Ou é uma construção que requer experiência e aprendizado.

Nosso gênio criativo é tão complexo, que ele parece, para nós, algo que se realiza sem esforço. No entanto, ele supera os esforços mais valorosos dos mais velozes supercomputadores atuais. Para invocá-lo, necessitamos apenas abrir os olhos. Isso pode soar como uma história mágica. Mas ao contrário, esta é a conclusão fundamentada de pesquisadores no campo da ciência cognitiva. O que ocorre quando vemos, não é um processo de estímulo e resposta sem participação da mente, como pensavam os behavioristas durante boa parte do século XX, mas um processo sofisticado de “construção” cujas complicações estamos começando a compreender atualmente. Numa fração de segundo nossa inteligência visual pode construir a pavonada e as cores de um pavão, ou a corrida de leopardo, as cores de um crepúsculo no oceano, ou as nuances de luz numa floresta ao anoitecer, ou qualquer das inúmeras cenas de tal sutileza e complexidade (HOFFMAN, 2000).

Somos virtuosos visuais. Talvez, entretanto, não tenhamos conhecimento ou simplesmente desacreditamos no nosso talento inato.

2.5.8 Como o sistema visual humano está equipado?

Os animais podem enxergar, as pedras não, porquê os animais têm olhos, e estes têm arranjos precisos de materiais incomuns capazes de formar uma imagem: uma córnea que focaliza a luz, um cristalino que ajusta o foco à profundidade do objeto, uma íris que abre e fecha para permitir a entrada da quantidade certa de luz, uma esfera de geléia transparente que mantém a forma do olho, uma retina no plano focal do cristalino, músculos que movem os olhos para cima e para baixo, de um lado para outro, para dentro e para fora, bastonetes e cones que transduzem a luz em sinais neurais e mais, tudo primorosamente moldado e organizado.

“O olho contém tantas partes, arranjadas de modo tão preciso, que parece ter sido projetado de antemão com o objetivo de montar alguma coisa que enxergue”. O mesmo ocorre com os outros órgãos – cada órgão parece ter sido projetado tendo

em mente uma função a ser desempenhada (Pinker, 1999, p.169). Poderíamos então dizer mais uma vez, que a forma segue a função.

O sistema visual “está equipado ‘por construção’ com instrumentos capazes de reconhecer uma borda visual e sua orientação, uma fenda, uma linha, um ângulo, um segmento; esses perceptos são como as unidades elementares de nossa percepção dos objetos e do espaço” (AUMONT, 1993, p. 29).

2.5.9 Como o sistema visual humano percebe o objeto às formas de visualização

O sistema visual não existe para nos entreter com bonitos padrões e cores; ele é arquitetado para nos dar uma noção das verdadeiras formas e materiais encontrados no mundo. Existem boas evidências de que os seres humanos dividem objetos em suas partes e relações entre essas partes. Se as partes são codificadas separadamente, o sistema de representação da forma ignorará suas localizações no campo visual. Mas a posição relativa das partes é importante na determinação da forma. (Fialho, 1997).

O cérebro busca informações, principalmente, dirigindo a visão, ouvindo e cheirando. Essa busca resulta da atividade auto-organizada do sistema límbico – uma parte do cérebro que inclui o córtex entorrínico e que se pensa estar envolvida nos fenômenos da emoção e da memória – que envia um comando de busca ao Sistema Motor. À medida que o Sistema Motor é excitado, o Sistema Límbico envia o que é chamada de mensagem de referência, alertando todo o Sistema Sensorio para se preparar para responder à uma nova informação. Quando a informação é adquirida, a atividade síncrona de cada sistema é transmitida de volta ao Sistema Límbico onde é combinada com outros estímulos para formar a Gestalt.

Segundo Pinker (1999) os especialistas em visão estéreo, movimentos, contornos e sombras têm trabalhado muito para recuperar a terceira dimensão. Seria natural usar os frutos de seus trabalhos para construir uma representação tridimensional do mundo. Um modelo tridimensional corresponderia à nossa compreensão definitiva do mundo. Quando uma criança se aproxima de nós e depois se afasta, nós a vemos crescer e diminuir; e não pensamos que os objetos desaparecem quando desviamos o olhar ou os cobrimos. Conseguimos lidar com a realidade, porque nosso pensamento e ação são guiados pelo conhecimento de mundo maior, estável e sólido. Talvez, esta visão nos dê aquele conhecimento em forma de um modelo de escala. Um modelo tridimensional poderia ter uma lista de milhões de coordenadas dos minúsculos cubos que compõem um objeto sólido, chamado elementos de volumes ou “*voxels*” por analogia de elementos da imagem ou “*pixels*” componetes de uma imagem. Cada trinca de coordenadas é associada a uma informação. Obviamente se o cérebro armazenasse voxels, estes não precisariam ser armazenados em um cubo tridimensional dentro da cabeça, da mesma forma que não são organizados em um cubo tridimensional dentro de um computador. Tudo o que interessa é que cada *voxel* possua um conjunto consistente de neurônios dedicados para ele, para que os padrões de disparos possam registrar os conteúdos de volume ou *voxel*. Não há problema com a idéia que alguns software de demonstração ou algoritmos de busca ou uma rede neural acesse informações a partir de um modelo em escala, desde que nós tenhamos clareza, que ele acessa a informação diretamente: entram coordenadas de um *voxel* e saem conteúdos de *voxel*. Não pense que o algoritmo de busca vê o modelo em escala. Lá dentro é completamente escuro, e o encarregado da busca não possui cristalino, retina ou um ponto de observação; ele está em qualquer lugar e em toda parte. Não há projeção, perspectiva, campo de visão, nem oclusão (Pinker, 1999). Mesmo a visão tridimensional, livre de ilusão que o cérebro tanto se empenha para conseguir, não se parece nada com isso, no máximo temos uma apreciação abstrata da estrutura estável do mundo a nossa volta, o imediato, resplandecente senso de cor e forma que domina nossa percepção, quando nossos olhos estão abertos é completamente diferente.

- A visão não é um teatro em círculo. Nós vivenciamos somente experiências que estão diante dos nossos olhos, o mundo está além deste perímetro do campo visual e atrás da cabeça é conhecido de maneira vaga, quase um sentido intelectual. Eu sei que há uma estante de livros atrás de mim e uma janela em minha frente, mas eu vejo somente a janela, a estante não. O cérebro não é uma câmera panorâmica. Estudos de laboratórios têm mostrado que quando as pessoas movimentam olhos ou cabeças, elas imediatamente perdem os detalhes gráficos do que elas estavam olhando.
- Nós não temos visão Raio-X. Nós vemos superfícies e não volumes. Se você me observar colocando um objeto dentro de uma caixa ou atrás de uma árvore, você saberá que ele está ali, mas não o vê e não pode descrever seus detalhes. Nós mortais, poderíamos ter sido equipados com uma memória fotográfica que atualiza um modelo tridimensional, acrescentando informações de visões anteriores, onde quer que elas se encaixem. Mas nós não fomos equipados assim. Em se tratando de detalhes visuais complexos, longe dos olhos, longe da mente.
- Não vemos imediatamente "objetos" os pedaços de matéria móveis que contamos, classificamos, rotulamos com nomes (como objetos). Até onde esta visão concerne, nem mesmo é claro o que um objeto é. Quando David Marr pensou em como projetar um sistema de visão computadorizado para encontrar objetos, ele foi forçado a perguntar: Uma boca é um objeto? Uma cabeça também é, mesmo se presa a um corpo? O que é um homem sobre um cavalo? Estas perguntas são difíceis de tentarmos formular uma resposta, tanto quanto os problemas filosóficos. Não existe verdadeiramente uma resposta para elas. Estas coisas podem ser um objeto se você quer pensar nelas deste modo, ou podem ser parte de um objeto maior" (PINKER, 1999, p. 275).

- Vemos imagens através da ilusão de ótica. O cérebro também cria ilusões numa tentativa de manter coerente a geometria. Ilusões não são meras curiosidades. A negar a possibilidade do conhecimento: o remo, na água, parece curvo; a terra redonda, à distância, parece plana; o dedo gelado percebe água morna como se fosse quente, enquanto que o dedo quente percebe a água morna como se fosse fria. Ao contrário, nós temos uma sensação quase palpável de superfícies e os limites entre eles. A mais famosa ilusão da psicologia vem do cérebro, que luta incansavelmente para esculpir o campo visual em superfícies e decidir qual está na frente do outro. Um exemplo é o vaso-face de Rubin, que alterna entre um vaso e um par de perfis face a face. As faces e o vaso não podem ser vistos ao mesmo tempo, até mesmo se a pessoa imagina dois homens que sustentam um vaso entre seus narizes, e a forma, seja qual for a que predomina, "possui" a borda como sua linha demarcatória, relegando o outro pedaço para um fundo amorfo, não definido.
- Vemos, também através da visão estéreo que é outra forma de visão provocada pela ilusão de ótica. Quando olhamos para um estereograma, cada fileira de objetos vagueia para dentro e para fora e pousa em sua própria profundidade. Segundo Pinker (1999), a visão estéreo é uma das glórias da natureza e um paradigma de como as outras partes da mente poderia funcionar. A visão estéreo é processamento de informação que experimentamos com a qualidade especial da consciência, uma conexão entre computação mental e percepção que é estritamente rígida que os computadores podem manipular para encantar multidões. A visão estéreo não vem como brinde junto com os dois olhos, os circuitos têm que ser ligado ao cérebro.

A visão estéreo foi descoberta em 1838, por Charles Wheatstone, um físico e inventor. Wheatstone escreveu:

“Agora será óbvio por que será impossível para o artista dar uma representação confiável de qualquer objeto sólido, que é produzir uma pintura que não deva ser

distinguida na mente do próprio objeto. Quando a pintura e o objeto são vistos com ambos os olhos: no caso da pintura duas gravuras semelhantes são projetadas nas retinas, no caso do objeto sólido as duas gravuras não serão semelhantes. Há, portanto, uma diferença essencial entre as impressões nos órgãos do sentido em ambos os casos, e conseqüentemente, entre as percepções formadas na mente; a pintura, portanto, não pode ser confundida com o objeto sólido” (PINKER,1999, p. 236).

A pupila apresenta uma lente capaz de acumular os raios de luz emanados de um ponto qualquer no mundo e focalizá-los em um ponto da retina. O cérebro, fisicamente, ajusta os olhos para a profundidade, de duas maneiras: quanto mais perto estiver o objeto, mais os raios têm que ser curvados para convergirem para um ponto ao invés de convergirem para um disco nublado, e maior tem que ser a lente do olho. Músculos dentro do globo ocular têm que engrossar a lente para focalizar objetos próximos e achatar-se para focalizar objetos distantes (PINKER, 1999).

Alguns dos estereogramas, nos livros, do tipo olho mágico mostram fileiras de figuras repetidas: árvores, nuvens, montanhas, pessoas. Quando visualizamos o estereograma cada fileira de objetos flutua para dentro ou para fora ou pousa na sua própria profundidade. Um exemplo é o desenho da figura lavenil Subbiah.

A figura acomoda sete barcos colocados bem próximos, e apenas cinco arcos. Quando olhamos a figura, os barcos parecem estar mais próximos do que os arcos, pois suas linhas de visão desencontradas encontram -se num plano mais próximo (PINKER, 1999).

Como o olho ciclópico que é o olho da mente funciona? Como combinamos as diferentes imagens de cada um dos olhos em uma única? Porque a seleção natural equipou-nos com visões ciclópicas?

Julesz (apud Fialho, 1997), menciona uma das vantagens da visão ciclópica, a camuflagem. Os antigos primatas eram similares aos atuais lêmures e tarsiers de Madagascar que catam insetos das árvores. Muitos insetos se escondem dos predadores pela imobilidade, que esconde seus contornos. A visão ciclópica seria uma contramedida eficaz, capaz de revelar a caça. Alguns insetos têm superado seus predadores de visão estéreo fazendo com que seus corpos fiquem aplainados e presos ao *fundo* ou ficando como uma escultura viva de folhas e gravetos, uma espécie de camuflagem tridimensional.

- Além da visão ciclópica vemos, ainda, em perspectiva. Linhas paralelas que convergem para o horizonte. Por exemplo, quando você está entre os trilhos do trem, eles parecem convergir em direção ao horizonte. Claro que você sabe que eles realmente não fazem a conversão; se fizessem, o trem descarrilaria. Mas é impossível não os ver convergindo, embora o cérebro tenha informações suficientes de que, na realidade, essa profundidade é uma percepção ilusória.
- **Em um senso geométrico rígido nós vemos em duas dimensões, não três.** Um ponto não pode ser dividido, então, tem dimensão zero. Uma linha tem uma dimensão, porque pode ser cortada em um ponto. Um plano tem duas dimensões, porque pode ser cortado por uma linha, entretanto não por um ponto. Uma esfera tem três, porque nada menos que uma lâmina bidimensional pode dividi-la. O que sobre o campo visual pode ser dividido por uma linha? Por exemplo, o horizonte divide o campo visual em dois”. Quando nós estamos na frente de um cabo esticado, tudo o que nós vemos está de um lado ou de outro. O perímetro de uma mesa redonda, também divide o campo visual: todo ponto ou está dentro ou fora disto. Por este critério, o campo visual é bidimensional; isto não significa que o campo visual é plano. Superfícies bidimensionais podem ser curvadas na terceira dimensão, como um molde de borracha (Pinker, 1999, p. 275). Nós percebemos involuntariamente estímulos exteriores, superfícies que surgem em nossas retinas, impulsionadas por

informações. Ao contrário da convicção popular, nós não vemos o que nós esperamos ver.

2.5.10 Então, qual é o produto da visão?

Marr denominou-o um esboço de 2 e $\frac{1}{2}$ D; outros estudiosos designam como uma representação de superfície visível. A profundidade é singularmente rebaixada a meia dimensão porque não define o meio o qual a informação visual é mantida (diferentemente das dimensões esquerda-direita e alto-baixo). É apenas uma informação mantida nesse meio. (Pinker, 1999, p. 277). Claro que não o encontramos em formas prontas. O diagrama é uma combinação dos tipos de informação do esboço 2 e $\frac{1}{2}$ D. “O cérebro presume o uso de agrupamentos de neurônios em atividade para segurar a informação, e eles podem ser distribuídos por diferentes trechos do córtex, como uma coleção de mapas que são acessados do registro, no cadastro” (PINKER, 1999, p. 278).

2.5.11 Por que enxergamos em duas dimensões e meia? Por que não enxergamos em três dimensões?

Por que não há um modelo pronto em nosso cérebro? Os custos e benefícios do armazenamento fornecem partes da resposta. “Qualquer usuário de computador sabe que arquivos gráficos são consumidores vorazes de espaço de armazenamento. No lugar de aglomerar os gigabytes entrantes em um modelo composto que ficaria obsoleto assim que algo fosse movido, o cérebro deixa que o próprio mundo armazene informações que incidem fora de um relance de olhos”. Levantamos a cabeça, movemos os olhos e um novo esboço, atualizado é carregado, momento a momento. Ao contrário das outras duas dimensões, que se anuncia nos bastonetes e cones que no momento se encontram ativos, a profundidade tem que ser meticulosamente arrancada dos dados. Os peritos em estéreo, contorno, sombreado e movimento que trabalham na computação da profundidade, são equipados para despachar informações sobre distância, inclinação, obliquidade e oclusão em relação à pessoa que está vendo e não

coordenadas tridimensionais do mundo. O melhor que eles podem fazer é reunir seus esforços para nos dar um conhecimento em 2 1/2D das superfícies diante de nossos olhos. Cabe ao restante do cérebro descobrir como usá-lo (PINKER, 1999, p. 279).

2.5.12 Sistema de coordenadas

O esboço 2 ½ D é a obra-prima da engenhosidade projetada, e harmoniosamente operado no sistema visual. A Informação no arranjo em 2 e ½ D são especificadas segundo um referencia retiniano, um sistema de coordenada centrado no observador. Uma célula em particular diz: há uma extremidade, uma borda aqui, esse “aqui” significa a posição daquela célula da retina que fornece a informação: à frente de onde você está olhando. Isso seria perfeito se você fosse uma árvore olhando para outra árvore, mas assim que algo mover seus olhos, sua cabeça, seu corpo, um objeto perspicaz, a informação muda, reformulando uma nova ordem. Qualquer parte do cérebro que esteja sendo guiada através de informação no arranjo julgaria que sua informação agora está extinta; as duas visões apenas sobreporiam. Lembre-se dos trilhos do trem convergindo (PINKER, 1999).

Estes problemas fazem um modelo de escala na cabeça, mas isso não é o que a visão fornece. A chave para usar informações visuais não é “remodelá-las”, mas acessá-las adequadamente, e isso requer um referencial, ou sistema de coordenadas, que seja útil. O referencial é indissociável a idéia de localização. Precisamos de um referencial que permaneça no lugar enquanto os olhos ocupam-se do vaivém. O computador possui um dispositivo vagamente semelhante, ‘o cursor’. Os comandos que lêem e escreverem informações fazem em relação a um ponto específico, especial que pode ser posicionado à vontade na tela, e quando o material na tela é rolado, o cursor move-se junto, grudado em seu pedaço de texto ou gráfico. Para o cérebro usar o conteúdo em 2 1/2D, precisa empregar um mecanismo semelhante; de fato, vários deles (PINKER, 1999).

O referencial mais simples que se move pelo esboço 2 e $\frac{1}{2}$ D é o que fica atrelado à cabeça. Graças às leis de óticas, quando os olhos movem -se à direita, a imagem desloca-se rápido para a esquerda. Mas suponha que o comando neural para os músculos dos oculares seja sintonizado com o campo visual e que ele seja usado para deslocar o retículo nas mesmas medidas, na direção oposta. O retículo ficará no objeto, e o mesmo acontecerá com qualquer processo mental que passe informações pelo retículo. O processo pode continuar como se nada tivesse acontecido, embora os conteúdos do campo visual tenha deslizado para outros lugares. Eis uma demonstração da sintonização. Mova seus olhos, o mundo permanece parado. Agora, feche um olho e desloque o outro com o dedo; o mundo pula. Em ambos os casos, os olhos movem-se, e em ambos os casos movem-se a imagem retiniana, mas só quando o olho é movido por um dedo você vê o movimento. Quando você move seus olhos decidindo olhar para algum lugar, o comando para os músculos oculares é copiado para um mecanismo que move o referencial junto com as imagens que deslizam, para cancelar sua sensação subjetiva de movimento. Mas quando você move seu olho com seu dedo, desvia-se do deslocador do referencial, este não é deslocado e você interpreta a imagem como vindo de um mundo em movimento.

O psicologista especialista em percepção J. J. Gibson (apud Pinker, 1999) afirmou que nós realmente temos este senso da escala do mundo real sobreposto à projeção da retiniana, e podemos mentalmente ativá-la e desativá-la. Estando entre os trilhas do trem, podemos assumir um estado na mente no qual vemos os trilhos convergirem, ou outro no qual os vemos paralelas. “Estas duas atitudes, as quais Gibson chamou de “o campo visual” e “o mundo visual”, provêm de acessar a mesma informação segundo o referencial retiniano, ou conforme o referencial alinhado com o mundo” (PINKER, 1999, p. 280).

Mais um referencial invisível é a direção da gravidade. Segundo Pinker (1999) o senso de equilíbrio mental vem do sistema vestibular do interior do ouvido, um labirinto de câmaras que incluem três canais semicirculares orientados por

ângulos retos um para o outro. Se alguém duvida que a seleção natural usa princípios da engenharia redescobertos pelos humanos, que veja os eixos de coordenadas cartesianas XYZ esculpidos nos ossos do crânio!

Enquanto a cabeça balança para frente e para trás, para um lado e para o outro e gira, o fluido nos canais balança e engatilha sinais neurais que registram o movimento. Uma massa granulosa que pressionada por outras membranas registra o movimento linear em direção da gravidade. Estes sinais podem ser usados para fazer a rotação dos retículos mentais para que eles estejam sempre apontando corretamente para “cima”. É por isso que o mundo não parece se inclinar, embora a cabeça das pessoas esteja raramente alinhada perpendicularmente. Os próprios olhos giram no sentido horário e anti-horário na cabeça, mas apenas o suficiente para compensar pequenas inclinações da cabeça. Suficientemente estranho, nosso cérebro não compensa tanto assim a gravidade. Se a compensação fosse perfeita, o mundo pareceria normal quando você se deita de lado ou mesmo quando está de cabeça para baixo. É claro, ele não compensa. É difícil assistir televisão deitada de lado a não ser que você apoie a sua cabeça na sua mão, e é impossível ler a não ser que você segure o livro de lado. Talvez por sermos criaturas terrestres, usamos os sinais da gravidade mais para manter nosso corpo em posição vertical do que para compensar inputs (entradas) visuais fora de ordem quando o corpo não está apurado. A coordenação do quadro da retina com o quadro do ouvido interno afeta nossas vidas de uma maneira surpreendente: ela causa o mal-estar da viagem. Ordinariamente, quando você se move, dois sinais trabalham em sincronia: as precipitações de textura e cor no campo visual, e as mensagens sobre a gravidade e inércia sentidas pelo interior do ouvido. Mas se você se move dentro de um compartimento como um carro ou um barco, o interior do ouvido diz “Você está se movendo”, mas as paredes e o chão dizem “Você está parado”. O mal-estar da viagem é engatilhado por esta diferença, e os tratamentos padrão têm que eliminar isso: não ler; olhar pela janela; olhar para o horizonte.

Muitos astronautas têm enjôos espaciais crônicos, porque não há nenhum sinal gravitacional, uma discrepância extrema entre gravidade e a visão. Pior, os interiores das naves espaciais não dão aos astronautas um referencial alinhado com o mundo, pois os projetistas calculam que sem a gravidade conceitos “chão”, “teto” e “paredes” não têm sentido, e sendo assim eles podem instalar instrumentos em todas as seis superfícies. Os astronautas, infelizmente, carregam seus cérebros terrestres com eles e literalmente se perdem a não ser que digam a si mesmos, “Eu vou fingir que aquele exterior é “para cima”, aquele exterior é “para frente”, e assim por diante. Isso funciona por um tempo, mas se eles olharem pela janela e verem terra firme acima deles, ou verem um colega de equipe flutuando sobre ele o mal estar retorna. “O mundo é experimentar dificuldades técnicas. Não ajuste sua mente.”A gravidade, é claro, é a característica mais estável e previsível do mundo. Se duas partes do cérebro têm opiniões diferentes sobre ela, as chances são de que ou um ou ambos estão *malfuncionando* ou que os sinais que eles estão recebendo foram atrasados ou deturpados” (PINKER, 1999, p. 283).

O eixo mental “para cima” e “para baixo” é também um organizador poderoso do nosso senso de forma e molde. O psicologista Irvin Rock encontrou muitos outros exemplos, incluindo este simples: quadrado e losango.

Pessoas vêem os desenhos como duas formas diferentes, um quadrado e um losango. Mas segundo a geometria trata-se da mesma forma nos dois casos. São peças que se encaixam na mesma cavidade; cada ângulo e cada linha são iguais. A única diferença é como eles estão alinhado de acordo com o referencial de “em cima” e “embaixo” do observador, e essa diferença é suficiente para obter designações diferentes no idioma. Um quadrado é plano, achatado em cima, no topo, e um losango é pontudo no topo; é até difícil perceber que o losango é feito de ângulos retos. E no caso ainda estarem céptico sobre todos estes quadros de referência sem cor, sem odor e sem sabor alegadamente sobrepondo o campo visual,

demonstraremos a maravilhosamente simples do psicologista Fred Attneave. Os triângulos de Attenave.

Olhe para eles por tempo suficiente, e eles mudam de uma posição para outra. Eles não se movem, eles não invertem a profundidade, mas alguma coisa muda. As pessoas descrevem a mudança como “para qual lado eles apontam”. O que está saltando em volta da página não são os próprios triângulos, mas um referencial mental que se sobrepõe aos triângulos. O referencial não provém da retina, da cabeça, do corpo, do quarto, da página, ou da gravidade, mas de um eixo de simetria dos triângulos. Os triângulos têm três dos tais eixos, e eles ficam trocando a dominância. Cada eixo tem o equivalente de um pólo norte e sul, os quais concedem o sentimento de que os triângulos estão apontando. Os triângulos trocam em massa como que em um refrão; o cérebro prefere que seus referenciais abranjam vizinhanças inteiras de formas.

A capacidade dos objetos de atrair referenciais ajuda a solucionar um dos grandes problemas ligados à visão, o próximo problema que encontramos quando prosseguimos em nossa ascensão da retina ao pensamento abstrato.

2.5.13 Como as pessoas reconhecem as formas?

Um adulto médio sabe os nomes de mais ou menos dez mil objetos, a maioria delas distinguidas pela forma. Quando reconhecemos a forma de um objeto, estamos agindo como autênticos geómetras, examinando a distribuição da matéria no espaço e descobrindo o correspondente mais próximo na memória. O geômetra mental tem que ser verdadeiramente preciso, pois uma criança de três anos pode olhar para biscoitos com forma de animais e dizer rapidamente os nomes da fauna exótica das suas silhuetas. Quando um objeto ou o observador se move, os contornos no esboço 2 ½-D mudam. Se a lembrança que você tem da forma – digamos, de uma mala – era uma cópia do esboço em 2 ½-D quando você a viu pela primeira vez, a versão após você se mover, não corresponderá mais a anterior. Sua lembrança da mala será de uma lâmina retangular e uma alça

horizontal na posição nas doze horas”, mas a alça que agora você vê não está horizontal e não está nas doze horas. Você ficaria perplexo, sem saber o que é aquilo.

Mas suponha que ao invés de usar um referencial retiniano, seu arquivo de memória usa um referencial alinhado com o próprio objeto. Sua lembrança seria “um lâmina retangular com uma alça paralela à borda da lâmina, na parte superior da lâmina, no topo do bloco”. A parte “da lâmina (bloco)” significa que você lembra as posições das partes relativas ao próprio objeto, sem relação com o campo visual. Então, quando você vê um objeto não identificado, seu sistema visual automaticamente alinharia um referencial tridimensional sobre ele, como fez com o bailado de quadrados e triângulos de Attenave. Agora quando você faz a correspondência entre o que está vendo e o que recorda, ambos coincidem, independentemente como a mala está orientada; então você reconhece sua bagagem (PINKER, 1999, p. 286).

Foi assim, resumidamente que Marr explicou o reconhecimento de formas. A idéia chave é que as lembranças de uma forma, não é uma cópia do esboço em 2 ½-D, é armazenada em um formato que difere desse esboço de dois modos. Primeiro, o sistema coordenado é centralizado no objeto – e não, como no esboço em 2 ½-D, no observador. Para reconhecer um objeto, o cérebro alinha um referencial sobre seus eixos de extensão e simetria e mede as posições e ângulos das partes neste referencial. Só então se faz a correspondência entre visão e lembrança. A segunda diferença é que quem faz a correspondência não compara visão e lembrança pixel por pixel, como se encaixasse uma pecinha de quebra-cabeça em um pedaço vazio. Se fizesse isso, as formas que teriam de encontrar correspondente ainda assim poderia não encontrar. Objetos reais apresentam afundamentos, oscilações e aparecem em diferentes estilos e modelos. Não há duas malas com dimensões idênticas; algumas têm cantos arredondados outros cantos vivos, algumas possuem alças grossas, outras têm alças finas. Portanto, a representação da forma a ser identificada não deveria ser um molde exato de

cada saliência e depressão, é preciso dar margem a uma certa imprecisão; embora as alças de xícaras distintas sejam sempre nas laterais, podem ser um pouco mais altas ou mais baixas conforme a xícara.

Em nenhuma outra situação a perícia visual é mais impressionante do que quando observamos uma cena natural, mas para avaliar essa perícia, é melhor começar com algo mais simples. Este é, na verdade o método da ciência: estudar o simples em primeiro lugar, depois o complexo. Neste espírito, vamos olhar primeiro uma figura simples, diante dos poderes construtivos da inteligência visual. Eis a ondulação.

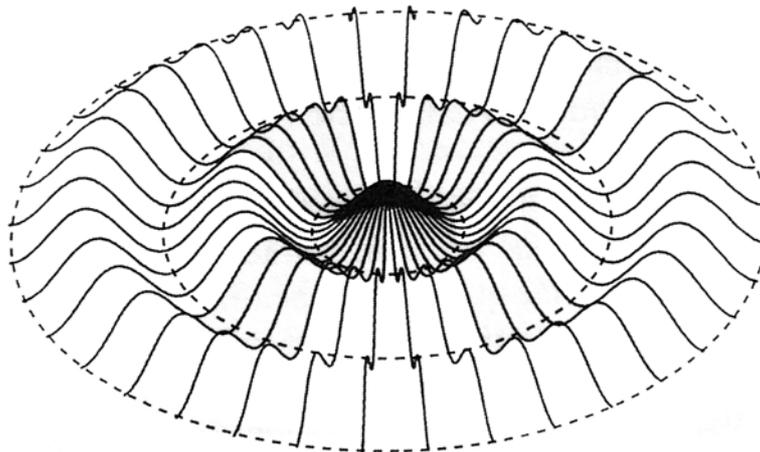


Figura 2.14: Ondulação (Hoffman 2000, p. 2)

Esta figura é a imagem de um desenho numa superfície plana, bidimensional (2D). Podemos checar isso, tocando-a. Mas a figura parece ser uma figura nada plana. Podemos checar isso vendo a figura. Na verdade, ver a ondulação como uma figura plana é difícil visualizar.

A lógica nos diz que a ondulação não pode ser, plana e não plana, ao mesmo tempo. O problema é que nós, seres humanos, não vemos uma ondulação como algo plano. Isso talvez se possa explicar que nosso sistema visual além de fabricar ondulações, e atribui partes a ela. Neste caso em três partes: uma protuberância

no meio, uma onda circular em volta desta e outra onda circular na parte exterior. Para auxiliar nesta discussão foram desenhadas curvas ao longo das fronteiras destas partes. Será que as curvas tracejadas e não o sistema visual sejam, as verdadeiras culpadas por esta situação, e que sem as curvas tracejadas não veríamos as partes? Podemos verificar que isso não é assim. Observem, virem a figura, ou sua cabeça, de cabeça para baixo. Vemos as ondulações invertidas com novas partes: as curvas tracejadas estão agora em cristais de ondas e não, como antes nas cavidades entre as ondas. Virando a figura para a posição original, as partes são restauradas. E se virarmos a figura lentamente, podemos captá-la no ato de movimentar-se de um conjunto de partes para o outro. Logo, os responsáveis não são as curvas tracejadas, o uma vez que as partes que vemos na ondulação invertida nem sempre respeitam essas curvas. Terá seu sistema visual se descontrolado? Ele constrói engenhosamente uma ondulação no espaço, em seguida embeleza-a com partes mutáveis.

A ondulação é uma façanha impressionante do nosso poder de construção. As curvas que vemos na página e a superfície pregueada que vemos em 3D – tudo isso nós construímos. Nós também a organizamos em três partes concêntricas, que se assemelham a ondas aquáticas, os contornos tracejados nas fendas assinalam aproximadamente o lugar em que uma da parte acaba e a outra começa. Não somos um receptor passivo das partes, mas um criador ativo das partes. As três partes, que vemos, não seriam partes, se nós não as construíssemos. Na verdade, se virarmos a figura de cabeça para baixo, descobriremos que optamos por descartar essas três partes e construímos outras, diferentes delas. Podemos verificar que elas são, de fato, diferentes: observe que os contornos tracejados não estão mais em fendas entre as partes, mas nas cristas de novas partes onduladas que nós construímos. Ao virarmos a figura na posição de cabeça para cima, optamos novamente por construirmos as partes originais (HOFFMAN, 2000, p.79).

2.5.14 Donald Hoffman (2000) nos diz que somos mestres em fazer partes

Como é que as fazemos e por quê?

Vamos descobrir como fazemos as partes da ondulação e por que fazemos partes diferentes quando viramos de cabeça para baixo. Vamos aprender a resposta de um emigma visual descoberto pelo físico Ernst Mach, em 1885. O desenho do deserto de Tyler é um bom ponto de partida.

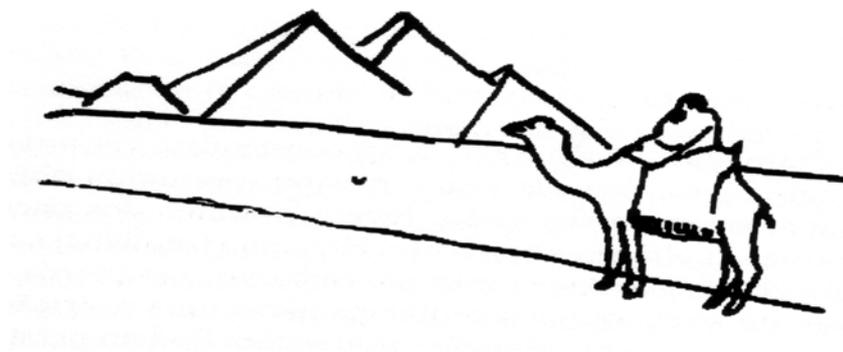


Figura 2.15: Desenho do Deserto de Tyler (Hoffman, 2000, p, 78).

Neste processo descobriremos que a ondulação que nós vemos suas partes segue uma lógica.

Imagine o drama que nós viveríamos se só conseguíssemos ver um objeto, ou parte de um objeto, cada vez, e mesmo esse único objeto muitas vezes desaparecesse de nossa visão. Esse é o drama de pacientes que sofrem de agnosia simultânea dorsal. Eles têm, com frequência, campos visuais completos; conseguem ver em cima, embaixo, à esquerda, e à direita, como as demais pessoas, logo seu problema não é uma restrição de visão. Em vez disso parece ser uma restrição de atenção. Podem prestar atenção no máximo em um, raramente em dois, ou partes de objetos, mas mesmo esse único objeto, ou parte, muitas vezes foge de seu foco de atenção e desaparece. Essa doença ocorre, geralmente após um derrame cerebral ou um dano no córtex parietal ou occipital de ambos os hemisférios do cérebro. Existem casos ainda mais graves, cuja agnosia

visual os impediam de ver quaisquer objetos. Conseguiam ver movimentos e lados com acuidade normal, mas não conseguiam reuni-los em objetos ou partes. Essa restrição representa algo tão severo que eles agem como se fossem cegos (HOFFMAN, 200, p.77).

Uma vez que, esses pacientes, freqüentemente, só vêem uma parte de um objeto de cada vez, suas tentativas para reconhecer objetos podem fracassar. Um exemplo é o da Sra. W. que foi estudada pelo neurobiólogo H. Richard Tyler, no final da década de 1960. Quando a Sra.W. via apenas uma parte de um objeto, tentava adivinhar a qual objeto esta parte pertencia: Quando lhe mostraram uma jarra vertendo água num copo, ele percebia primeiro a alça e dizia 'mala', quando se pedia a ela que olhasse novamente, via o 'copo', e, lembrando da alça, continuava a olhar, até que percebia a jarra, agora, incluindo a alça (HOFFMAN, 2000, p.78).

Tyler mostrou a Sra. W. o Desenho do Deserto, durante seis segundos: Ela disse que via uma montanha. Ele mostrou-lhe o desenho por mais dois segundos e ela disse que via um homem, não mencionando o camelo. Então Tyler deixou-a olhar o desenho por trinta segundos, e finalmente ela disse: "É um homem olhando para as montanhas". O problema disse ela, é que eu nunca via o 'todo', mas somente 'partes' que iam 'sumindo'. A Sra W. não é a única que vê partes. Nós também cortamos o mundo visual em pedaços, como um passo inicial em nossa construção e reconhecimento de objetos visuais. A grande diferença entre a Sra W. e nós, no entanto, é que nós conseguimos reunir várias partes e formar vários objetos rapidamente e com facilidade, enquanto ela está limitada a uma parte ou a um objeto de cada vez (HOFFMAN, 2000, p.78).

Observem como facilmente podemos reconhecer a cena de seus objetos mesmo que a figura não tenha cor, sombreamento, movimento e pouca textura, e até mesmo o contexto (tempo e lugar). Embora esses elementos possam auxiliar no reconhecimento, não são necessários para o reconhecimento. Experimentos

realizados pelos psicólogos Irv Biederman e Ginny Juponstram que nós reconhecemos desenhos com linhas de modo tão rápido quanto reconhecemos fotografias coloridas.

Com uma olhada rápida reconhecemos a cena e seus objetos. Do que nos servimos para fazer isso? Apenas da forma, que está inclinada, em sua maior parte, por curvas representando as molduras, os contornos, dos objetos. Conseguimos construir formas em 3D a partir de curvas em 2D. A figura de Tyler mostra que podemos dar o passo seguinte: usar curvas em 2D e as formas em 3D que construímos para reconhecer objetos. A chave para o sucesso é que nós dividimos essas partes de modo eficiente e descrevemos tanto as partes quanto suas relações espaciais. Conseguimos fazer isso antes de saber quais são os objetos. Uma vez tendo as partes e suas relações espaciais, utilizamos essas informações para explorar a vasta lista de objetos que conhecemos até encontrar um correspondente.

2.5.14.1 Por que as partes são tão importantes para o reconhecimento do objeto?

Há duas razões principais:

Em primeiro lugar, a maioria dos objetos é opaca. Nós conseguimos ver a frente do objeto, mas não à parte de trás; e às vezes nem conseguimos ver toda à parte da frente de um objeto se houver outro objeto na frente. Uma vez que raramente vemos um objeto completo de uma só vez, precisamos reconhecê-los a partir de suas partes visíveis. Quando nos movemos, ou o objeto se move, outras partes se tornam visíveis e partes antes visíveis desaparecem. Reconhecemos um objeto a partir de pontos de visão diferentes, cortando-os em pedaços e utilizando as partes visíveis para procurar um correspondente em sua memória (HOFFMAN, 2000, p.80).

Em segundo lugar, muitos objetos não são rígidos. Nosso corpo, por exemplo, tem várias partes móveis – braços, pernas, dedos das mãos e dos pés se eles se mexerem, seu corpo muda de configuração. Como vamos conseguir reconhecer um corpo a despeito destas mudanças? Novamente as partes vêm socorrê-los. Se selecionarmos as partes com prudência, e nós assim a fizemos, então elas não se modificarão à medida que a configuração muda. Isso nos dá uma descrição estável dos objetos e um índice eficiente para nossa memória de formas. Observem que esses argumentos das partes vale tanto para descrições de formas em 2D quanto em 3D.

2.5.15 Quando devemos confiar na visão?

O fato sensato é que não podemos dispensar a construção. Construir é a essência da visão. Tudo o que experimentamos pela visão é construção nossa. Esse fato foi reconhecido por Ptolomeu no século II d.C., em sua Ótica, e, a partir de então, por muitos estudiosos da visão. Por exemplo, o sábio islâmico Alhazen (965- 1039) descobriu a percepção da maioria das propriedades visuais como decorrente de um processo inconsciente: pois a forma e o tamanho de um corpo, ou a transparência de um corpo transparente, e propriedades semelhantes de objetos visíveis são, na maioria dos casos, percebidas de maneira extremamente rápida, e não imediatamente, uma vez que são, percebidas por inferência e discernimento (SABRA, apud HOFFMAN, 2000, p.10).

É fácil subestimar estas inferências já que a visão parece tão fácil. Mas qualquer um que estude percebe sua sofisticação. O filósofo Nicolas Malebranche (1638-1715) ficou tão impressionado, que decidiu que não podíamos fazer essas inferências sozinhos e que elas devem ser feitas para nós, incessantemente por Deus.

Os principais avanços em nossa compreensão das inferências visuais vieram do físico e fisiologista alemão Hermann von Helmholtz (1821-1894), que descreveu a visão como um processo de inferência inconsciente.

As atividades psíquicas que nos levam a inferir que a nossa frente, num determinado lugar, existe um determinado objeto com certas características; não são, geralmente atividades conscientes, mas inconscientes. Se equivalentes, em seu resultado, a uma conclusão, pode ser admirável falar dos atos psíquicos da percepção ordinária como conclusões inconscientes, fazendo, desta forma, uma distinção de algum tipo entre elas e as chamadas conclusões conscientes (HOFFMAN, 2000, p.11).

Helmholtz tomou cuidado em descrever as inferências visuais como inconscientes e em contrastá-las, nesse aspecto com, inferências conscientes tal como surgem na ciência e na vida cotidiana. O termo 'inferência', no entanto, ainda carrega a conotação de uma atividade consciente. Por essa razão Hoffman (2000, p. 11), prefere utilizar o termo 'construir' em vez de 'inferir' na descrição dos processos criativos da inteligência visual.

O neurofisiologista britânico David Marr (1946-1981), descreveu as construções visuais por analogia com o processamento de informações nos computadores:

“A visão é um processo que produz a partir de imagens do mundo externo, uma descrição que é útil para aquele que vê e que não está misturada com informações irrelevantes” (PINKER, 1999, p. 229).

Marr considerava a visão como um processo ativo que produz descrições úteis. A maior parte do seu livro *Vision* descreve, em detalhe, como esse processo ativo constrói formas, texturas, movimentos e objetos completos (HOFFMAN, 2000).

Esse processo da visão, essa tendência de construir, é a chave das grandes obras de pintura. De uma certa perspectiva, uma pintura é apenas um conjunto de salpicadas de pigmento sobre uma tela. Mas o observador em posição de colaborador vê mais: uma paisagem com montanhas recortadas e riachos azuis,

uma natureza morta com uvas verdes e uma mosca preta, uma mulher de cabelos castanhos longos e um e um sorriso inescrutável, um santo atravessado por flechas olhando para o céu. O artista coloca pigmentos de maneira que o observador possa interpretá-los; ou de maneira, que o observador encontre contradições em sua tentativa de interpretar. A ambigüidade essencial nas obras e de sua interpretação construtiva pelos que as vêem, é o tema central do historiador de arte Ernest Hans Gombrich (1909) em seu livro, *Arte e Ilusão*. Gombrich observa que aqueles que vêem os quadros os interpretam através de processos de construção que são inconscientes e automáticos, que ele chama de 'projeção', e através de processos de construção que são conscientes e mais elaborados que ele denomina de 'inferência' ou 'conhecimento'. Esse poder de construção era bastante conhecido por Leonardo da Vinci (1452-1519) e utilizado por ele para 'acelerar o espírito de invenção' do artista.

2.5.16 Quantos de nós vêem?

Esta pergunta nos dá a chave da complexidade do caráter e do conteúdo da inteligência visual. Esta complexidade reflete nas inúmeras explorações, análises e definições, pelas quais nos permitam instruir todas pessoas, aperfeiçoando ao máximo sua capacidade, não só de receptores, mas de receptores de mensagens visuais; em outras palavras, capaz de transformá-los em indivíduos visualmente alfabetizados (DONDIS, 2000).

2.5.17 O desenvolvimento infantil da visão

Segundo Dondis (2000, p.5), "a primeira experiência por que passa a criança em seu processo de aprendizagem ocorre através da consciência tátil. Além disso o conhecimento 'manual', o reconhecimento inclui o olfato, a audição, e o paladar, num intenso fecundo contato com o meio ambiente. Esses sentidos são rapidamente intensificados e superados pelo plano icônico – a capacidade de ver, reconhecer e compreender, em termos visuais, as formas ambientais e emocionais. Praticamente desde nossa primeira experiência no mundo, passamos

a organizar nossas necessidades e nossos prazeres, nossas preferências e nossos temores, com base naquilo que vemos. Ou naquilo que queremos ver”.

Dentre os fatos mais surpreendentes sobre a visão está o de que as crianças são gênios completos para a visão antes mesmo de aprender a andar. Antes de um ano de idade, podem construir um mundo visual em três dimensões, navegar através dele de maneira bastante orientada, mesmo engatinhando, organiza-los em objetos e agarrar morder e reconhecer objetos. Como coloca o psicólogo Philip Kellman, o desafio enfrentado pelo recém-nascido é ‘ESPAÇO: A PRIMEIRA FRONTEIRA’. Por volta de um mês de idade, os bebês pestanejam se algo se move em direção a seus olhos num curso de colisão. Por volta de três meses utilizam a moção visual para construir fronteiras de objetos. Por volta de sete meses, também utilizam perspectiva, sombreamento, interposição (na qual um objeto esconde o outro) e familiaridade com objetos para construir profundidade e forma. Por volta de um ano, são gênios visuais e prosseguem aprendendo nomes para os objetos, ações e relações que constroem. Por volta dos dezoito anos, os formandos típicos de do ensino médio conhecem cerca de sessenta mil palavras e um cômputo rápido mostra que, durante os dezessete anos anteriores, devem ter aprendido, em média uma palavra a cada noventa minutos de vigília (HOFFMAN, 2000, p.12).

As crianças não são ensinadas a ver. Os pais não se sentam com os filhos para explicar a eles como utilizar o movimento para construir profundidade, ou como esculpir o mundo visual em objetos e ações. Na verdade, muitos pais não sabem como eles próprios fazem isso. E, mesmo assim, parece que toda criança constituída de um sistema visual normal acaba construindo profundidade, forma, cores, objetos e ações do mesmo modo que outra criança normal. Toda criança sem ser ensinada, reinventa um mundo visual. E todas o fazem da mesma forma (HOFFMAN, 2000, p.13).

Isso é notável, porque, ao fazer isso cada criança ultrapassa o problema fundamental da visão.

2.5.18 O problema fundamental da visão

A imagem no olho tem infinitas interpretações possíveis.

Por 'imagem no olho' referimo-nos à imagem na retina, isto é, a imagem captada no tecido fotossensível no fundo do olho.

Então, por exemplo, toda criança constrói um mundo visual em três dimensões espaciais – altura, largura e profundidade. Mas uma imagem só tem duas dimensões – altura e largura. Daí decorre que, para cada imagem dada, há infinitos mundos em 3D que poderiam ser construídos por uma criança, cada um sendo compatível com a imagem no seguinte sentido: Se observarmos o mundo em 3D do lugar certo, então obteremos a mesma imagem. Esse fato é compreendido pelo menos desde que William Molyneux (- 1698) publicou, em 1692, o primeiro texto sobre a ótica em inglês, *Dioptrika Nova*, onde afirma:

A profundidade em si, não é para ser percebida, pois ela é uma distância apresentada ao nosso olho na direção perpendicular a nós, visualizada como um ponto, invisível aos nossos olhos (HOFFMAN, 2000).

Este ponto foi desenvolvido por George Berkeley (1685-1753) em sua *Nova Teoria da Visão*:

Acreditamos que a maioria das pessoas concordam, que a profundidade, por si mesma, não pode ser vista de forma imediata. Pois sendo a profundidade uma linha traçada em direção perpendicular ao olho, projeta apenas um ponto no fundo do olho, o qual permanece invariavelmente o mesmo, independente de ser a distância maior ou menor (HOFFMAN, 2000, p.13).

Berkeley não estava negando o óbvio, ou seja, que, de fato, vemos a profundidade no exato instante em que abrimos nossos olhos. Ele estava assinalando que a profundidade que vemos é apenas uma, entre as incontáveis que poderíamos ver para uma dada imagem no olho.

Esta ambigüidade vale não somente para a profundidade, mas para todos os aspectos de nossas construções visuais, incluindo movimento, cores de superfícies e iluminação. Este fato não serve para negar que as imagens são ricas em informação e que as imagens móveis são ainda mais ricas. O psicólogo James Gibson (1904 –1979) demonstrou claramente este fato. Apesar da abundância de imagens o problema fundamental da visão ainda permanece: há inumeráveis mundos visuais que as crianças poderiam, em princípio, continuar construindo a partir delas (HOFFMAN, 2000, p. 14).

2.5.19 Isso faz a tarefa soar impossível

Como seria possível para uma criança, selecionar entre inúmeros mundos visuais possíveis e chegar à mesma resposta que qualquer outra criança?

É impossível. A menos é claro, que as crianças enfrentem essa tarefa com regras inatas, pelas quais aprendem a construir mundos visuais. Se já nascem com regras que determinam os mundos visuais que podem aprender a construir e se estas regras são universais, no sentido de que todas as crianças normais têm as mesmas regras, então, embora essas regras possam cegá-las diante de várias possibilidades, podem também guiá-las na construção de mundos visuais sobre os visuais; existe consenso. Pode-se mostrar a dois bebês, de lugares diferentes, a mesma ilustração de um livro, e eles verão, em consequência, a mesma cena visual. Consideramos isto como ponto pacífico. Mas é algo mágico, a menos que ambos compartilhem das mesmas regras inatas que guiam suas construções visuais. Denominam essas regras inatas, que asseguram domínio visual à criança na idade de um ano e acarretam o consenso nas construções visuais de todos os

adultos normais, apesar da ambigüidade infinita das imagens, de regras da visão universal (HOFFMAN, 2000, P.14).

O presente argumento em prol de regras da visão universal é paralelo a um argumento famoso, colocado pelo lingüista Noan Chomsky, em defesa de regras da gramática universal, que permitem a aquisição e o exercício da linguagem: “a linguagem adquirida por cada pessoa é uma construção rica e complexa, inevitavelmente determinada pelos dados fragmentados à disposição da criança. No entanto, os indivíduos de uma comunidade de línguas desenvolveram essencialmente a mesma linguagem. Esse fato só pode ser explicado com a hipótese de que estes indivíduos empregam princípios altamente restritivos, que guiam a construção da gramática” (HOFFMAN, 2000, P.14).

Esses princípios são, de acordo com Chomsky, uma parte geneticamente determinada da estrutura cognitiva da criança. Sem eles, a aquisição da linguagem seria impossível. Com eles, não apenas é possível, como inevitável, dada uma exposição adequada a qualquer linguagem humana. Como coloca o psicolingüísta Steven Pinker:

“O cerne do argumento é que a linguagem complexa é universal porque as crianças realmente a reinventam, geração após geração, não porque sejam ensinadas, não porque geralmente sejam inteligentes, não porque seja útil para elas, mas porque simplesmente não podem evitá-lo” (HOFFMAN, 2000, P.15).

De maneira similar, a visão complexa é universal porque as crianças realmente a reinventam, geração após geração não porque geração após geração, não porque sejam ensinadas, não porque geralmente sejam inteligentes, não porque seja útil para elas, mas porque simplesmente não podem evitá-lo.

Sem regras inatas de visão universal, a criança não poderia reinventar a visão e o adulto não poderia ver. Com regras universais de visão universal, podemos construir mundos visuais de imensa sutileza, beleza e valor prático.

As regras da gramática universal permitem que uma criança adquira as regras específicas de gramática para um ou mais idiomas específicos. Essas regras específicas estão em ação quando a criança tendo aprendido uma língua, entende ou profere frases naquela língua.

Similarmente, as regras da visão universal permitem que a criança adquira regras específicas para construir cenas visuais. Essas regras específicas estão em ação quando a criança tendo aprendido a ver, examina e compreende cenas visuais específicas. Denominam essas regras de regras de processamento visual. As regras inatas da visão universal são parte da biologia da criança e permitem que ela adquira, através de experiências visuais que podem variar de uma cultura para outra, as regras de processamento visual (HOFFMAN, 2000, P.15).

Essas, por sua vez permitem que a criança ou adulto visualmente competentes construam, ao olhar, cenas visuais específicas.

Esse processo de construção tem vários estágios. Não se constrói uma cena visual em uma etapa, mas, ao contrário numa multiplicidade de estágios. De forma típica, a construção em um estágio depende, e toma como ponto de partida, dos resultados da construção de outros estágios. Sua construção, por exemplo, do formato de um livro em três dimensões pode tomar como ponto de partida os resultados de suas construções de movimento, linhas e vértices em duas dimensões (HOFFMAN, 2000, p.15).

Uma multiplicidade de regras de processamento visual está associada com esta multiplicidade de estágios. Essas regras de processamento visual e suas muitas e variadas interações, são essenciais a nossa inteligência visual. Atuam de maneira

tão rápida e efetiva que, normalmente, não tomamos conhecimento delas. Conhecê-las vai aumentar nosso domínio e a avaliação de nossa inteligência visual. As regras são a chave.

2.5.19 O que uma pessoa privada da visão veria após quatorze anos?

Em 1728, Cheselden publicou um estudo que intitulava-se o relato de um jovem cavaleiro, nascido cego, ou que perdeu a visão cedo, de modo que não possuía lembrança alguma de ter enxergado, e que foi operado de catarata entre os 13 e 14 anos de idade. Relatava uma cirurgia nova a qual Cheselden fez uma pupila artificial. A cirurgia funcionou. E a grande questão era como o rapaz veria? Cheselden dá um depoimento atormentado:

Segundo Hoffman (2000, p.17) quando enxergou pela primeira vez, estava tão longe de fazer qualquer julgamento sobre distâncias, que julgava que todos os objetos, quaisquer que fossem eles, tocavam seus olhos (como ele próprio expressou), da mesma forma que o que sentia pelo tato tocava sua pele... Esquecia sempre qual bicho era o gato e qual era o cachorro. Pensávamos que ele logo saberia que as figuras que lhes eram mostradas representavam, mas descobrimos que estávamos enganados; pois cerca de dois meses depois de ter sido operado, descobriu repentinamente, que elas representavam corpos sólidos, uma vez que até aquele momento, as considerava como planos parcialmente coloridos, ou superfícies diversificadas com variedade de pinturas. Ele porém não ficou menos surpreso, com a expectativa de que as figuras fossem, ao tato, igual às coisas que representavam e ficou mais perplexo ainda quando percebeu que aquelas partes, que por sua luz e sombra pareciam agora redondas e desiguais, fossem apenas, ao tato, planas, como o resto; e perguntava qual era o sentido que falseava a verdade, o tato ou a visão?

O rapaz perguntou de forma natural: então a visão e o tato se contradizem? Você constrói tudo que experimenta através do tato e que suas construções táteis podem ocasionar ilusões bizarras.

O rapaz respondeu para satisfação de Berkeley, uma questão colocada há muitas décadas por Molyneux ao filósofo John Locke (1632-1704).

Berkeley predisse, então, que alguém que nascesse cego não poderia, sendo curado, reconhecer imediatamente formas, uma vez que toma tempo para associar pedaços coloridos que vemos às formas que sentimos pelo toque. Se não fosse assim, disse: “o Sol e as estrelas, os objetos mais remotos, assim como os mais próximos, pareceriam estar todos em seu olho, ou melhor, em sua mente” (HOFFMAN, 2000, p.19).

O caso Cheselden confirmou, para Berkeley e a maioria dos seus discípulos, essa predição; o rapaz, afinal, “pensava que todos os objetos, quaisquer que fossem, tocavam seus olhos... da mesma forma que o que ele tocava, fazia em sua pele”, e ele precisava ver o gato enquanto o tocava, antes que pudesse reconhecê-lo apenas pela visão. Esse acontecimento levou à aceitação generalizada da teoria de Berkeley e de seu princípio central de associação.

Pois dois meses após a cirurgia, o rapaz de Cheselden não via formas sólidas ou profundidade nas figuras. Em seguida ele viu nelas “corpos sólidos”, alguns deles eram “redondos e desiguais” e ficou surpreso de que parecessem planos ao tato. Berkeley explicou essa nova percepção de figura em 3D como sendo devida a associações aprendidas entre a visão e o tato. Com essas explicações, podemos entender melhor, os princípios adjacentes à nossa construção de formas visuais.

Podemos exemplificar melhor através do “cubo de Necker”, uma figura famosa publicada em 1832, pelo naturalista suíço Albert Necker:

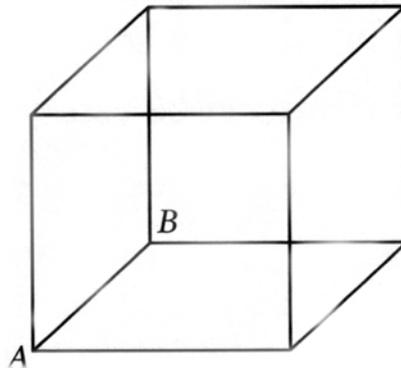


Figura 2.16 : Cubo de Necker, (Hoffman, 2000, p.19)

A figura é plana, ao ser tocada, mas parece um cubo. Por conveniência, chamei um vértice de A e o outro de B. Se olharmos fixamente para a figura, podemos perceber que não vemos apenas um cubo, mas dois, e que vemos ora um, ora outro. Num cubo, o vértice A está atrás de B, e no outro, B está atrás de A.

Considere agora esta questão: qual vértice está atrás, quando não vemos a figura? É A ou B? Ou nenhum deles? Essas parecem ser as únicas respostas possíveis. Mas, todas as três respostas são embaraçosas.

Se, quando olhamos a figura, o cubo que vemos tem A atrás, ele permanece tendo o A atrás quando desviamos o olhar? Para responder a essa pergunta, podemos chamar mais uma outra pessoa para visualizar juntos a mesma figura, determinando qual vértice está atrás e qual está na frente. Isso determina a direção de onde estamos visualizando. Caso contrário, num determinado momento o A está na frente e depois o B está na frente. O que acontece é que às vezes as duas pessoas concordam, outras vezes não. Algumas vezes uma verá o A na frente e a outra pessoa verá o A atrás. Nesse caso quem está certo?

As questões principais são as seguintes:

- Onde está o cubo B quando vemos para o cubo A?
- Onde está o cubo A quando vemos o cubo B?
- Onde estão os cubos A e B quando desviamos o olhar da figura?

- Quando vemos o cubo A e a outra pessoa vê, ao mesmo tempo, o cubo B, quem está certo?

Por que vemos um cubo quando olhamos para uma figura? Porque a figura incita sua inteligência visual a construir um cubo. Quando movimentamos o olhar da figura, para, por exemplo, sua mão, pára de construir um cubo e começamos a construir a mão. Quando tornamos a olhar para a figura, construímos o cubo novamente.

Onde estão, então, os cubos A e B quando olhamos para outra coisa? Quando não olhamos para a figura, não construímos os cubos, logo eles não estão em lugar algum.

Onde está o cubo B quando olhamos para o cubo A? Isso é complicado. Se quando vemos A, construímos A, então B não está em lugar algum. Mas pode ser que quando construímos A também construímos B, mas não o vemos. Então, B está em algum lugar, sem ser visto.

Se o que vemos é o que nós construímos, então como construímos cubos?

Em primeiro lugar, observe o salto que fazemos quando vemos o cubo. Avistamos uma figura em 2D, mas vemos o sólido em 3D.

Vemos o sólido de duas maneiras a extremos: vemos um sólido embora a figura seja sentida como plana; e dos inúmeros sólidos que poderíamos ver, só vemos dois. Descartamos, ao que parece, as outras possibilidades de conjunto de opções.

A psicóloga Hertha Kopfermann, descobriu em 1930, que somos seletivos, de maneiras estranhas, em relação a quais figuras veremos como cubos.

Considere, por exemplo, os seguintes:

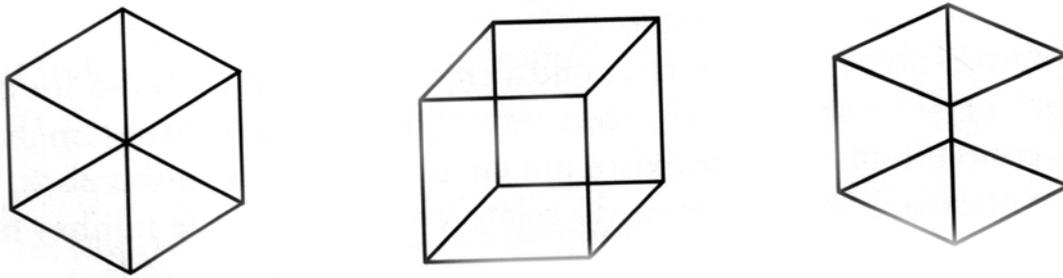


Figura 2.17: Cubo de Necker e cubos de Kopfermann (Hoffman, 2000, p.22)

O cubo de Necker é o do meio. À esquerda e à direita estão os desenhos de quem os vê, parecem planos. Mas cada um deles representa uma visão possível de um cubo. Pode demorar mais tempo para ver os cubos de Kopfermann.

Por quê vemos os cubos de Necker com mais facilidade e rapidez. Segundo Hoffman (2000) nos diz que “a imagem em cada olho só tem duas dimensões, não importa o que você vê ou onde nós estamos. Assim encaramos uma ambigüidade, cada vez que precisamos ver a profundidade”. Andando na floresta, dirigindo um carro, sentado com amigos numa festa, nós nunca captamos imagens em três dimensões, apenas duas (Hoffman, 2000, p.23). Outro motivo que justifique tal dificuldade nos cubos de Kopferman: a coincidência das linhas na representação do cubo. Estas linhas coincidentes fazem a figura parecerem aos nossos aos nossos olhos ainda mais planas, dificultando a construção da profundidade. Esta ambigüidade é um caso especial do problema fundamental da visão.

2.5.20 O problema fundamental de ver a profundidade

Nossos olhos esmagam o mundo tridimensional transformando-o num par de imagens retinianas bidimensionais, e a terceira dimensão precisa ser construída no cérebro. Mas há sinais reveladores nos retalhos projetados na retina que indiquem a quanto uma superfície se encontra distante (PINKER, 1999, p.18).

A imagem no olho tem duas dimensões, logo ele tem incontáveis interpretações em três dimensões.

Isso é verdadeiro tanto para os dois olhos quanto para um só, e tanto em imagens dinâmicas quanto estáticas, pois elas possuem inúmeras interpretações em três dimensões. Segue-se que, em qualquer momento que nós vemos a profundidade, nós a construímos, não apenas em momentos em que vemos desenhos estranhos como o de Necker ou os de Kopfermann, mas a todo o momento na vida cotidiana. Não existem exceções. Construímos a profundidade na rua, no escritório, num jogo de futebol, ou no alto de uma montanha, ou melhor, construímos a profundidade a cada vez que abrimos nossos olhos. O fazemos de maneira suficientemente boa para andar, dirigir, jogar tênis e desempenhar uma série de atividades que necessita construir profundidade visual de modo rápido e efetivo. Isso explica, em parte, porque construímos profundidade facilmente em figuras como a de Necker: Construímos profundidade a partir de imagens bidimensionais o tempo todo; e a de Necker é apenas mais uma imagem em 2D (HOFFMAN, 2000, p.23).

Se, construímos profundidade o tempo todo, porque às vezes, temos dificuldade de construir profundidade em imagens aparentemente tão simples, por exemplo, as figuras de Kopfermann?

A resposta é que, não se constrói profundidade ao bel prazer, mas de acordo com regras. Essas regras levam-nos a construir profundidade na figura de Necker, mas nos dificulta em fazê-los nas figuras de Kopfermann. Determinam qual estrutura em 3D, dentre infinitas possibilidades (HOFFMAN, 2000, p. 23).

Nosso sistema visual é tendencioso, de forma bastante simples. Constrói apenas mundos em 3D que se conformam ou em conformidade a suas regras. Ignora a maioria dos demais. Essas regras são poderosas, elas reduzem as profundidades possíveis, de serem vistas – de uma infinidade para duas. Isso é útil, pois se

víssemos todas as opções, veríamos a profundidade movimentar-se ou distorcer-se a cada olhada. E isso seria tão ruim, por exemplo, num jogo de tênis (HOFFMAN, 2000, p. 24).

As regras por sua vez não são invioláveis. Uma regra muitas vezes passa por cima da outra, às vezes se aliam, nem sempre são preto no branco, mas funcionam, em probabilidades. Elas não estão anotadas explicitamente em nossa mente, como se pode escrever instruções para montar uma bicicleta, mas estão implícitas em seu funcionamento, assim como as leis da física, não estão escritas explicitamente na natureza, mas estão explícitas em seu funcionamento. Nós não estamos, em geral, conscientemente dessas regras ou do papel delas na construção do que vemos. Foi necessário, de fato um trabalho inteligente de vários pesquisadores para desvendá-las. E há ainda muitas para serem desvendadas. Sua importância para a visão merece destaque.

2.5.21 O papel fundamental das regras da visão

Construímos mundos visuais a partir de imagens ambíguas, em conformidade com regras visuais.

Ninguém ensina essas regras. Em vez disso, adquirimos no início da vida, numa seqüência predeterminada através de seu desdobramento, desenvolvido por meio da sua experiência visual. Da mesma forma que a criança adquire a gramática de sua língua sem ser ensinada, simplesmente sendo exposta à experiência lingüística, ela também adquire regras para construir mundos visuais sem ser ensinada, simplesmente sendo exposta à experiência. E, da mesma forma que um adulto, utilizando regras da gramática, podem entender inumeráveis frases (em princípio, se não na prática), ela também pode, utilizando regras da visão, entender incontáveis imagens (novamente em princípio, se não na prática). De fato, é essa capacidade infinita para compreender que fornece um forte argumento para as regras, tanto na linguagem quanto na visão. Somos criaturas finitas sem memória para armazenar frases ou imagens incontáveis, logo, aprender uma

língua ou aprender a ver não pode ser uma questão de armazenar frases ou imagens. Deve, em vez disso, ser uma questão de adquirir um conjunto finito de regras que possibilitem uma capacidade infinita. São essas regras que lhe permitem compreender frases e imagens que você nunca encontrou antes. Elas colocam inteligência na inteligência visual (HOFFMAN, 2000, p. 24).

2.5.21.1 Regras da visão genérica segundo Donald Hoffman (2000)

Construímos apenas os mundos visuais para os quais a imagem é uma visão estável (isto é, genérica).

- Interpretamos sempre uma linha reta numa imagem como uma linha reta em 3D.
- Se as extremidades de duas linhas coincidirem numa imagem, então sempre interpretamos como sendo coincidentes em 3D.

Estas são regras simples, porém poderosas, que impedem inúmeras interpretações em 3D.

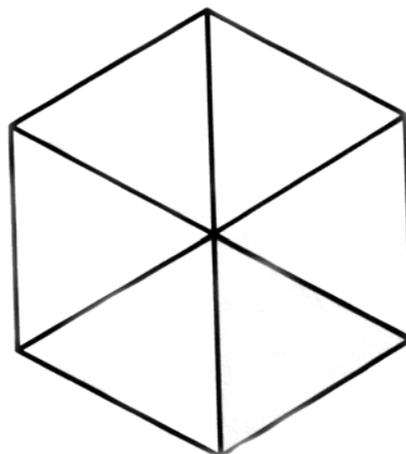


Figura 2.18: Figura de Kopfermann (Hoffman, 2000, p.27)

Aqui está a razão pela qual é difícil de ver esta figura como um cubo. Observe que ela tem três linhas atravessando o seu interior, juntando os seis vértices. De acordo com a regra 1, cada linha deve ser interpretada como uma linha reta no

espaço, sem quaisquer cantos. Isso impede que a figura seja interpretada como um cubo. Uma vez que têm mais interpretações em 2D, não há motivo para construirmos algo em 3D.

Se mudarmos nossa visão desse cubo de Kopfermann bem de leve, então obteremos uma visão genérica, e acharemos fácil, mais uma vez, ver um cubo.

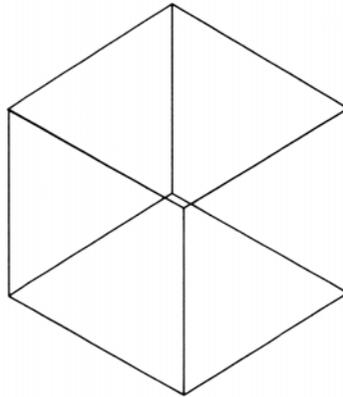


Figura 2.19: Figura um pouco deslocada (Hoffman, 2000, p.27)

Simetria e simplicidade são, de fato regras importantes da construção visual. Esse fato foi reconhecido pelos psicólogos da Gestalt na primeira metade do século XX e foi incorporado ao seu princípio de Prägnanz, ou precisão.

Temos duas explicações concorrentes: visões genéricas e simetria.

Primeiro: verificamos uma visão que seja simétrica e genérica. A simetria prediz que, desde que a visão seja simétrica, deveríamos ver como 2D; mas se a regra da visão genérica prediz que, desde que a visão seja genérica, podemos vê-la em 3D. Eis a figura:

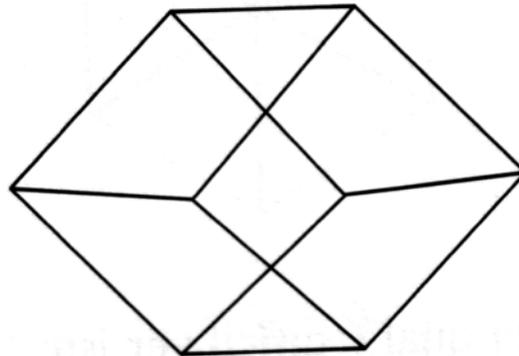


Figura 2.20: Figura genérica e simétrica (Hoffman, 2000, p.28)

A figura é simétrica em relação a um eixo vertical e apresenta uma visão genérica de uma forma em 3D. Se vemos a forma em 3D, então isso sugere que a regra das visões genéricas e não a simetria domina aqui, a sua construção visual.

Como um segundo teste, podemos verificar uma visão que é assimétrica e não genérica e compará-la a uma visão semelhante que seja assimétrica e genérica. A simetria não prediz uma grande diferença entre elas: a visão genérica seria vista mais facilmente como 3D. Eis tal caso imaginado primeiramente pelo psicólogo Gaetano Kanizsa:

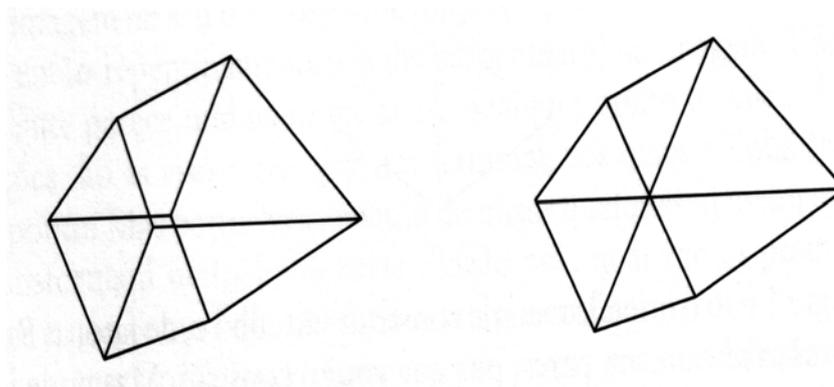


Figura 2.21: Figura assimétrica e não genérica (Hoffman, 2000, p.28)

À esquerda há uma visão genérica de uma forma em 3D e, à direita, uma visão aproximada da mesma forma, escolhida por não ser genérica e assimétrica. Se vemos em três dimensões com mais facilidade à esquerda, então isso sugere que o papel das visões genéricas, e não da simetria, predomina aqui, na sua construção.

- Sempre interprete linhas colineares numa imagem como colineares em 3D.
- Interprete elementos próximos numa imagem como próximos em 3D.
- Sempre interprete uma curva lisa numa imagem como sendo lisa em 3D.
- Quando for possível, interprete uma curva em uma imagem como aro de uma superfície em 3D.
- Quando for possível interprete uma junção em T numa imagem como um ponto onde o aro completo se esconde: o topo esconde a haste.
- Interprete cada ponto convexo de um limite como um ponto convexo de um aro.
- Interprete cada ponto côncavo num limite como uma sela de um aro.
- Construa superfícies em 3D que sejam as mais regulares possíveis.

Em resumo, como vemos a forma da rosquinha em 3D. Usamos regras simples, porém sofisticadas. Só recentemente os pesquisadores as descobriram, mas utilizamos desde a primeira infância, para descobrir as formas copiosamente curvadas que vemos.

Sua sabedoria vai mais longe. As silhuetas de desenhos de linhas deste capítulo são meras ninharias para nós. Porém seus poderes de construção ainda não estão ainda empregados. E mesmo assim, essas figuras pela sua própria simplicidade, relevam de maneira bastante clara seu gênio construtivo em ação. Uma pequena parte deste gênio está nestas dez regra que examinamos. Uma maior parte está na orquestração destas regras para produzir obras-primas de composição visual.

Eis uma delas de autoria do psicólogo Roger Shepard:

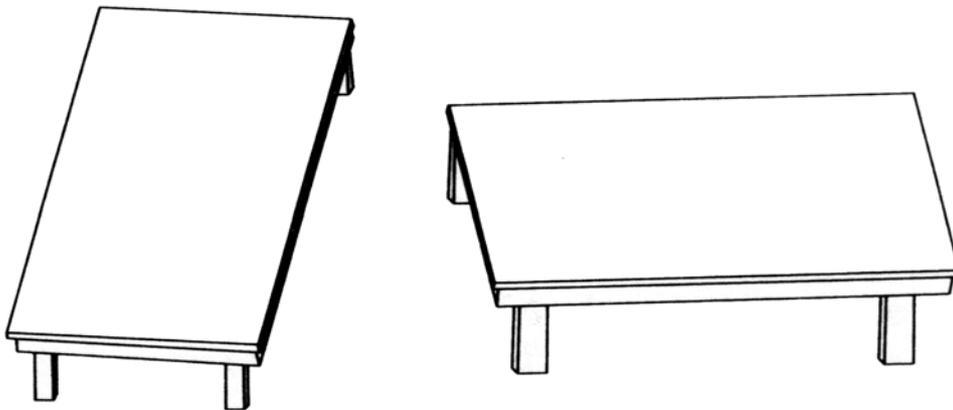


Figura 2.22: Cimos de duas mesas (Hoffmam, 2000, p.43)

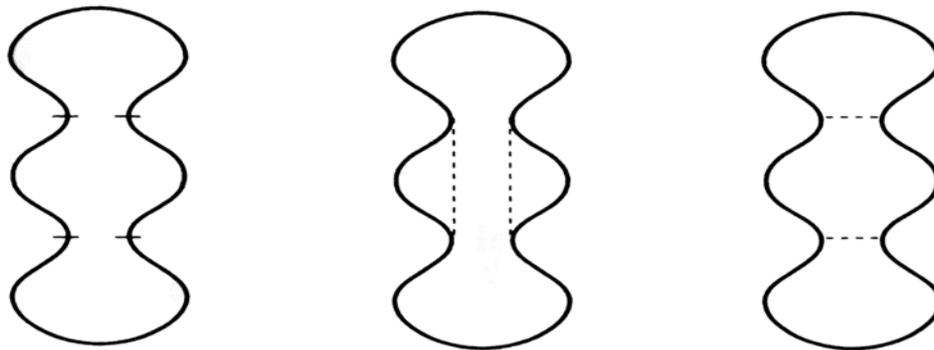
Os cimos ou tampos das duas mesas têm precisamente a mesma forma, apenas estão em direções diferentes. Pode verificar isso uma régua. Mas eles, certamente não parecem iguais. Um parece comprido e estreito, e o outro, menos comprido e mais largo. O que vemos aqui, como sempre, é o que sua inteligência visual constrói (HOFFMAN, 2000).

Não podemos fazer o que quisermos com as regras, se nós desejamos violar as regras de construção. Nossas regras permitem que construamos o que vemos, mas elas também restringem o que podemos construir e o que podemos fazer com nossas construções. Por exemplo, de modo similar, as regras de xadrez permitem que joguemos uma infinidade de jogos de xadrez, mas restringem, firmemente, os movimentos que podemos fazer. Não podemos, mexer a rainha como mexemos um cavalo; temos que jogar seguindo as regras (HOFFMANN, 2000, P.75).

Esta é uma parte da resposta, mas não é a resposta toda, pensa Hoffmann. Mas permanece o fato de que a mesa que vemos é um construto nosso. Se apontarmos para outras pessoas, elas também concordarão que vêem uma mesa. Há consenso.

Também faz sentido o fato de certos danos na inteligência visual, podem torná-lo incapaz de cessar a construção de objetos visuais; passando a ver objetos que outras pessoas com inteligência visual normal, não vêem.

Mas o principal fator aqui é o seguinte.



*Figura 2.23: Desenho do meio tem forma de um osso de cachorro
(Hoffman, 2000, p. 99)*

Observe que uma das partes do desenho tem a forma de um osso de cachorro. Considerando em si mesmo o osso de cachorro, tem limites de partes internos. Possuem partes nele próprio, e essas não são apenas pequenas partes. Se cortarmos o osso de cachorro em três partes naturais, o desenho do meio a ter cinco partes. Esse número é maior que o número de partes à direita, e nós preferimos menos partes.

Esse exemplo pode convencê-lo de que há um interessante trabalho a ser feito na exploração de como nós criamos partes. Nós preferimos menos partes, cortes de partes mais curtos, partes convexas, partes com limites mais salientes e essa lista não acaba aqui, com certeza. Uma orientação fascinante de pesquisa futura é a maneira como nós conjugamos todos esses fatores quando criamos partes. E são também fascinantes as implicações neurofisiológicas: pontos de maior curvatura são críticos para a criação de partes. Uma vez que criamos partes concomitantemente em todo seu campo visual, podemos esperar que dediquemos

recursos corticais substanciais, talvez em V1, ou na área adjacente em V2, para encontrar e analisar pontos de maior curvatura.

Mas por enquanto, o ponto chave é que criamos partes. O mundo visual não vem previamente embalado em objetos e partes. Criamos nosso mundo visual e criamos nossos objetos e partes. Devido ao cuidado que tomamos ao criar suas partes, elas nos ajudam bastante quando tentamos navegar através de seu mundo visual e reconhecer os objetos. Nos temos a princípio maneiras incontáveis pelas quais poderia criar partes. A maioria delas seria inútil. Mas a maneira como nossa inteligência visual cria partes tem, como vimos, a mágica certa.

Essa mágica pode tornar-se incontrolável, como ocorre com a “paraprosopia” no esquisofrênicos. Quando esses esquisofrênicos olham um rosto ou uma fotografia de um rosto, o vêem, de início, como normal. Depois, dentro de alguns segundos, o rosto se transforma, diante de seus olhos, num monstro diabólico. A transformação não é uma simples distorção do rosto inteiro, como um estiramento ou torção. Em vez disso é um conjunto de distorções distintas parciais; partes diferentes deformam-se de diferentes maneiras (HOFFMAN,2000).

Isso mais uma vez é a deformação das partes. Nossa capacidade de criar partes nos é bastante útil, na maior parte do tempo. Mas quando opera sem restrições normais, como nos esquisofrênicos, as criações podem ser bizarras.

Para construir objetos, devemos construir partes, mas devemos também, como já mencionamos anteriormente, reunir essas partes em relações espaciais coerentes. Há um longo passo a ser dado desde uma mistura de partes, até a organização coerente de um objeto, passo que a maioria de nós dá com aparente facilidade (HOFFMAN, 2000, p.101).

Mas, para as pessoas com “síndrome de Williams”, esse passo se torna insuperável. A síndrome de Williams decorre de uma deficiência genética no

cromossomo 7 que atinge uma pessoa em cerca de vinte mil, causando aos doentes uma aparência facial característica de “duende”, retardo mental, altos níveis de cálcio, problemas no coração e rins e malformação dos músculos do esqueleto e sistema endócrino. São pessoas extremamente amigáveis e sociáveis, e, apesar de seu retardo mental, possuem vocabulários notáveis e habilidade de linguagem. Muitos são talentosos musicalmente, sendo capazes de se lembrar de centenas de canções e tocá-las de cor (HOFFMAN, 2000, p, 101).

Mas se pedirmos a eles que copiem, ou façam, de cabeça, um retrato de um objeto, como um elefante, por exemplo, geralmente ficam sem possibilidade de resposta. Desenharão uma cabeça, tronco, orelhas, pernas e boca, mas os colocarão nos lugares errados. Eles possuem as partes corretas, mas não as relações corretas entre as partes. Isso não é devido à falta de coordenação mão-olho, pois podem traçar objetos com precisão. Nem é devido ao seu retardo mental, pois pacientes com síndrome de Down (mongolismo), que são igualmente retardados, pela medição de QI, podem produzir desenhos cujas partes ficam nos seus devidos lugares. Parece ser, melhor dizendo uma incapacidade específica para juntar partes de maneira adequada.

É interessante verificar se pode ser feita uma ligação específica entre um erro genético particular e essa inaptidão para reunir partes. Mas os casos da síndrome de Williams e da parapsopia sublimam a sofisticação e a fragilidade de nossa inteligência visual. Normalmente, ela constrói partes e as reúne em objetos cada vez que olhamos algo; um feito que ainda não pode ser reproduzido pelos supercomputadores mais velozes do mundo. Mas um pequeno erro genético, no caso da síndrome de Williams, ou um pequeno desequilíbrio nos neurotransmissores, no caso da parapsopia, pode levar a paralisação crônica desse processo sofisticado, ou levá-lo a desvios peculiares. Nossa inteligência visual funciona sobre uma linha tênue, delicada, frágil (HOFFMAN, 200, p.101).

2.6 Processos importantes na busca dos fundamentos sintáticos do alfabetismo visual

2.6.1 Composição

De acordo com (Dondis, 2000) o processo de composição é o passo mais crucial na solução dos problemas visuais. Os resultados das decisões compositivas determinam o objetivo e o significado das manifestações visuais e têm fortes implicações com relação ao que é percebido pelo expectador ou observador. É nessa etapa vital do processo criativo que o comunicador visual exerce o mais forte controle sobre o seu trabalho e tem a maior oportunidade de expressar, em sua plenitude, o estado de espírito que a sua obra se destina a transmitir. O modo visual, porém, não oferece sistemas estruturais definitivos e absolutos. Como adquirir o controle de nossos complexos meios visuais com alguma certeza de que, no resultado final, haverá um significado compartilhado?

Em termos lingüísticos, sintaxe significa disposição ordenada das palavras segundo uma forma e uma ordenação adequadas. As regras são definidas: tudo o que se tem de fazer é aprendê-las e usá-las inteligentemente. Mas, no contexto do alfabetismo visual, a sintaxe só pode significar a disposição ordenada das partes, deixando-nos com o problema de como abordar o processo de composição com inteligência e conhecimento de como as decisões compositivas irão afetar o resultado final. Não há regras absolutas: o que existe é um alto grau de compreensão do que vai acontecer em termos de significado, se fizermos determinadas ordenações das partes que nos permitam organizar e orquestrar os meios visuais.

Muitos dos critérios para o entendimento do significado na forma visual decorrem, da investigação do processo da percepção humana.

2.6.2 Criação de mensagens visuais

Na criação de mensagens visuais, o significado não se encontra apenas nos efeitos cumulativos da disposição dos elementos básicos, mas também no mecanismo perceptivo universalmente compartilhado pelo organismo humano. Colocando em termos simples: criamos um *design* a partir de inúmeras cores e formas, texturas, tons e proporções relativas; relacionamos interativamente esses elementos; temos em vista um significado. O resultado é a composição, a intenção do artista, do fotógrafo ou *designer*. É seu *input*. Ver é o outro passo distinto da comunicação visual. É o processo de absorver informação no interior do sistema nervoso através dos olhos, do sentido da visão. Esse processo e essa capacidade são compartilhados por todas as pessoas, em maior ou menor grau, tendo sua importância medida em termos do significado compartilhado. Os dois passos distintos ver e criar e/ou fazer são interdependentes, tanto para o significado em sentido geral quanto para a mensagem, no caso de se tentar responder a uma comunicação específica. Entre o significado geral, estado de espírito ou ambiente da informação visual e a mensagem específica e definida existe ainda outro campo de significado visual, a funcionalidade, no caso de objetos que são criados, confeccionados e manufaturados para servir a um propósito. Roupas, casas, edifícios públicos, e, até mesmo, entalhes e os objetos decorativos feitos por artesãos amadores, revelam muitíssimo, sobre as pessoas que os criaram e escolheram. É que, nossa compreensão de uma cultura depende de nosso estudo do mundo que seus membros construíram e das ferramentas, dos artefatos e das obras de arte que criaram (DONDIS, 2000, p.30).

Basicamente, o ato de ver envolve uma resposta à luz – o elemento mais importante e necessário da experiência visual é de natureza tonal. Todos os outros elementos visuais nós são revelados através da luz, mas são secundários em relação ao elemento tonal, que é, de fato, a luz ou a ausência dele. O que a luz nos revela e oferece é a substância através da qual o homem configura e imagina aquilo que reconhece identifica no meio ambiente, isto é, todos os outros

elementos visuais: linha, cor, forma, direção, textura, escala, dimensão e movimento. Que elementos dominam e quais manifestações visuais, é determinado pela natureza daquilo que está sendo concebido. As possíveis variações de uma manifestação visual que se ajusta à descrição visual, são infinitas – dependem da expressão subjetiva do artista, através da ênfase em determinados elementos em detrimento de outros e da manipulação desses elementos através da opção estratégica das técnicas. É nessas opções de manifestações que o artista encontra seu significado.

O resultado final é a verdadeira manifestação do artista. O significado, porém, depende da resposta do espectador ou do observador, que também a modifica e interpreta através da rede de critérios subjetivos. Dondis (2000) nos diz que um só fator é moeda corrente entre os artistas e o público, e na verdade entre todas as pessoas – o sistema físico das percepções visuais, os componentes psicofisiológicos do sistema nervoso, o funcionamento mecânico, o aparato sensorial através do qual vemos.

A psicologia da *Gestalt* tem contribuído com valiosos estudos e experimentos no campo da percepção, recolhendo dados, buscando conhecer a importância dos padrões visuais e descobrindo como o organismo humano vê e organiza o *input* visual e articula o *output* visual. Em conjunto o componente físico e o psicológico são relativos, nunca absolutos. Todo padrão visual tem uma qualidade dinâmica que não pode ser definida intelectual, emocional ou mecanicamente, através de tamanho, direção forma e distância. Esses estímulos são apenas as medições estáticas, mas as forças psicofísicas que desencadeiam, como as de quaisquer outros estímulos, modificam o espaço e ordenam ou perturbam o equilíbrio. Em conjunto criam a percepção de um design, de um ambiente ou de uma coisa. As coisas visuais não são simplesmente algo que estão ali por acaso. São acontecimentos visuais, ocorrências totais, ações que incorporam a reação ao todo (DONDIS, 2000. p. 31)

Por mais abstratos que possam ser os elementos psicofisiológicos da sintaxe visual, pode-se definir seu caráter geral. Na expressão abstrata, o significado inerente é intenso; ele coloca o intelecto em curto-circuito estabelecendo o contato diretamente com as emoções e os sentimentos, encapsulando o significado essencial e atravessando o consciente ora chegar ao inconsciente.

A informação visual também pode ter uma forma definível, seja através de significados incorporados, em forma de símbolos, ou de experiências compartilhadas no ambiente e na vida. Acima, abaixo, céu azul, árvores verticais, areia áspera e fogo-vermelho-laranjado-amarelo são algumas das qualidades denotativas, possíveis de serem indicadas, que todos compartilhamos visualmente. Assim consciente ou não, respondemos com alguma conformidade a seu significado (DONDIS, 2000, p.32).

2.6.3 Equilíbrio

A mais importante influência tanto psicológica quanto física sobre a percepção humana, é a necessidade que o homem tem de equilíbrio, de ter os pés firmemente plantados no solo e saber que vai permanecer ereto em qualquer circunstância, em qualquer atitude com um certo grau de certeza. O equilíbrio, é então, a referência visual mais forte e firme do homem, sua base consciente e inconsciente para fazer avaliações visuais. O extraordinário é que, enquanto todos os padrões visuais têm um centro de gravidade que pode ser tecnicamente calculável, nenhum método de calcular é tão rápido, exato e automático, quanto o senso de equilíbrio inerente às percepções do homem. Assim, o constructo horizontal e vertical constitui a relação básica do homem com seu meio ambiente. Mas além do equilíbrio simples existe o processo de ajustamento. Essa consciência interiorizada da firme verticalidade a uma base estável horizontal-vertical do que está sendo visto, é o equilíbrio tão fundamental na natureza. Na expressão ou interpretação visual, esse processo de estabilização impõe a todas as coisas vistas e planejadas um “eixo” vertical, com um referente horizontal secundário, os quais determinam, em conjunto, os fatores estruturais que medem

o equilíbrio. Esse eixo visual também pode ser chamado de 'eixo sentido', que melhor expressa invisível, mas preponderante do eixo, no ato de ver. Trata-se de uma constante inconsciente (DONDIS, 2000, p.33).

Por outro lado, muitas coisas no meio ambiente parecem não ter estabilidade. O círculo é um bom exemplo: parece sempre o mesmo não importa como o olhemos, mas no ato de ver, lhe conferimos estabilidade impondo-lhe um eixo vertical que analisa e determina seu equilíbrio quanto à forma e acrescenta-se uma base referência que completa a sensação de estabilidade. Projetar, os fatores estruturais ocultos sobre formas regulares, como o círculo, o quadrado ou triângulo equilátero, é relativamente simples e fácil de compreender, mas quando uma forma é irregular, a análise e a determinação do equilíbrio são mais difíceis e complexas.

Tanto para o emissor quanto para o receptor da informação visual, a falta de equilíbrio e regularidade é fator de desorientação. Em outras palavras é o meio mais eficaz para criar um efeito em resposta ao objetivo da mensagem, efeito que tem um potencial direto e econômico de transmitir a informação visual. As opções visuais são polaridades, tanto de regularidade quanto de simplicidade de um lado, ou de variação complexa e inesperada de outro.

Na seqüência da visão, o processo de estabelecer o eixo vertical e a base horizontal atrai o olho com maior intensidade para ambos os campos visuais, dando-lhe uma maior importância em termos compositivos. Em formas mais complexas são mais difíceis de estabelecer um 'eixo sentido', mas o processo ainda conserva a máxima compositiva. Trata-se de exemplos simples de um fenômeno que continua verdadeiro, não apenas para formas simples, complexas, mas até mesmo, as complicadas. Contudo, por mais que os elementos se façam sentir, o olho busca o 'eixo sentido' em qualquer fato visual, num processo interminável de estabelecimento do equilíbrio relativo. É o equilíbrio através da referência.

Segundo Dondis (2000), a visão experimenta e identifica o equilíbrio, óbvio e sutil, e as relações que atuam entre os diversos dados visuais. Seria contraproducente frustrar e confundir essa função única. Em termos ideais, as formas visuais não devem ser propositalmente obscuras; devem harmonizar ou contrastar, atrair ou repelir, estabelecer relação ou entrar em conflito.

O olho favorece a zona inferior esquerda de qualquer campo visual, isto significa que existe um padrão primário de varredura do campo que reage aos referenciais: vertical-horizontal e um padrão secundário de varredura que reage ao impulso perceptivo inferior-esquerdo.

Há inúmeras explicações para essas preferências perceptivas secundárias, e, ao contrário do que acontece com as referências primárias, não é fácil dar uma explicação conclusiva. O favorecimento da parte esquerda do campo visual talvez seja influenciado pelo modo ocidental de imprimir, e pelo forte condicionamento de corrente de ler da esquerda para a direita. Há poucos estudos e ainda muito a aprender sobre o porquê de sermos organismos predominantemente destros e de termos concentrado no hemisfério cerebral esquerdo a nossa faculdade de ler e escrever da esquerda para a direita. Curiosamente a destreza estende-se às culturas que escreviam de cima para baixo e que no presente escrevem da direita para a esquerda. Se, desconhecemos as razões que nos levam a fazê-lo, já é suficiente sabermos que o fato se comprova na prática. Basta observarmos, para que ângulo de um palco, se volta os olhos do público, quando ainda não há ação e a cortina sobe (DONDIS, 2000, p.40).

2.6.4 Estrutura visual de uma mensagem

A estrutura visual de uma mensagem está fortemente ligada à seqüência de ver e absorver a informação: o positivo e o negativo. O que domina o olho na experiência visual seria visto como elemento positivo e como elemento negativo tudo aquilo que se apresenta de maneira mais passiva. A visão positiva e negativa

muitas vezes engana o olho. Olhamos para alguma coisa, e na pista visual que ela nos transmite, vemos o que na realidade ali não se encontra. O envolvimento com as pistas relativas e ativas da visão de um objeto podem ser, às vezes, tão convincente que fica quase impossível ver aquilo para o que estamos olhando. Essas ilusões óticas sempre foram de grande interesse para os gestaltistas. A seqüência: positivo-negativo, é demonstrada, por aquilo que vemos – exemplo: um vaso ou dois perfis – e por aquilo que vemos primeiro, no caso de vermos duas coisas.

“O olho procura uma solução simples para aquilo que estamos vendo, e, embora o processo de assimilação da informação possa ser longo e complexo, a simplicidade é o fim que se busca”(DONDIS,2000, p. 48).

Há um método Berlitz para a comunicação visual. Não é preciso conjugar verbos, soletrar palavras ou aprender sintaxe. O aprendizado ocorre na prática: pegamos um lápis e um papel e desenhamos; esboçamos um croqui de uma nova sala de estar, pintamos um cartaz que anuncia uma apresentação pública. As principais diferenças entre a abordagem direta e intuitiva e o alfabetismo visual é o nível de confiabilidade e exatidão da mensagem codificada e a mensagem recebida. Na comunicação verbal ouve-se apenas uma vez aquilo que se diz. Saber escrever oferece maiores oportunidades de controlar os efeitos, e restringe a área de interpretação. O mesmo acontece com a mensagem visual, apesar das diferenças existentes, a mensagem visual não permite a estreita gama de interpretações da linguagem. Mas, o conhecimento em profundidade dos processos perceptivos que regem as respostas aos estímulos visuais, intensifica o controle do significado. O conhecimento desses fatos perceptivos educa nossa estratégia compositiva e oferece critérios sintásticos a todos os que começam a se voltar para o aprendizado do alfabetismo visual. Os padrões do alfabetismo visuais não exigem que cada criador de uma mensagem visual seja um poeta: assim, não seria justo pretender que todo o *designer* ou criador de materiais visuais fosse um artista de grande talento. Trata-se de um primeiro passo rumo à liberação da habilidade de

uma geração imersa num ambiente com intenso predomínio de meios visuais de comunicação; aqui estão as regras básicas que podem representar uma sintaxe estratégica para todos os que carecem de informação visual, que assim poderão controlar e determinar os rumos do conteúdo de seu trabalho (DONDIS, 2000, p.50).

Neste sentido a estrutura visual de uma mensagem constitui-se de elementos básicos.

2.6.4.1 Elementos básicos da comunicação visual

Sempre que alguma coisa é projetada e feita, esboçada e pintada, desenhada, rabiscada, construída, esculpida ou gesticulada, a substância visual da obra é composta a partir de uma lista básica de elementos. Não se deve confundir os elementos visuais com os materiais ou o meio de expressão, a madeira, a argila, a tinta ou o filme. Os elementos visuais constituem a substância básica daquilo que vemos e seu número é reduzido: **o ponto, a linha, a forma, a direção, o tom, a cor, a textura, a dimensão, a escala e o movimento**. Por poucos que sejam é a matéria prima de toda informação visual em termos de opções e combinações seletivas. A estrutura da obra visual é a força que determina quais elementos visuais estão presentes, e com qual ênfase essa presença ocorre.

“Grande parte do que sabemos sobre a interação e o efeito da percepção humana sobre o significado visual, provém das pesquisas e dos experimentos da psicologia da *Gestalt*. Mas o pensamento gestaltista tem mais a oferecer além da mera relação entre fenômenos psicofisiológicos e expressão visual. Sua base teórica é a crença em que uma abordagem da compreensão e da análise de todos os sistemas, exige que se reconheça que o sistema (ou objeto, acontecimento, etc.) como um todo, é formado por partes interatuantes, que podem ser isoladas e vistas como inteiramente independentes, e depois reunidas no todo. É impossível modificar qualquer unidade do sistema sem que, com isso se modifique o todo. Qualquer ocorrência ou obra visual constitui um exemplo incomparável dessa

tese, uma vez que ela foi inicialmente concebida para existir como uma totalidade bem equilibrada e inextricavelmente ligada. São muitos os pontos de vista a partir dos quais podemos analisar uma obra visual; um dos mais reveladores é decompô-lo em seus elementos constitutivos para melhor compreender o todo. Esse processo pode proporcionar uma profunda compreensão da natureza de qualquer meio visual, e também da obra individual e da pré-visualização e criação da manifestação visual, sem incluir a interpretação e a resposta que a ele se dê” (DONDIS, 200, p.51-52).

A utilização dos componentes visuais básicos como meio de conhecimento e compreensão como de categorias completas dos meios visuais quanto de obras individuais é um método excelente para explorar o sucesso potencial e consumado de sua expressão. A dimensão, por exemplo, existe como um meio visual na arquitetura e na escultura, meios nos quais predomina em relação aos outros elementos visuais. O que domina a pré-visualização é esse elemento simples, sóbrio e extremamente expressivo que é a linha.

É fundamental assinalar, aqui, que a escolha dos elementos visuais que serão enfatizados e a manipulação desses elementos, tendo o efeito pretendido, está nas mãos do artista, do artesão e do *designer*; ele é o visualizador. O que ele decide fazer com eles é sua arte e seu ofício, e as opções são infinitas. Os elementos visuais mais simples podem ser usados com grande complexidade de intenções:

O ponto é a unidade de comunicação visual mais simples e irredutivelmente simples. Na natureza a rotundidade é a formulação mais comum.

A linha é formada pela sucessão de pontos próximos entre si que se torna impossível identificá-los individualmente ou poderíamos definir como um ponto em movimento.

A linha descreve **a forma**. A linha articula a complexidade da forma: o quadrado, o círculo, o triângulo. Todas essas formas básicas são figuras planas e simples, fundamentais que podem ser construídas e descritas tanto visual como verbalmente.

Todas as formas básicas expressam três **direções** básicas e significativas: o quadrado, a horizontal e a vertical; o triângulo a diagonal; o círculo, a curva. Cada uma das direções tem um forte significado associativo e é um valioso instrumento para a criação de mensagens visuais. A referência vertical-horizontal, já foi aqui comentada, mas vale a pena recordar constitui a referência primária do homem, em termos de bem estar e maneabilidade. Seu significado mais básico tem a ver não apenas com a relação entre o organismo humano e o meio ambiente, mas também com a estabilidade em todas as questões visuais. A necessidade de equilíbrio não é uma necessidade exclusiva do homem; dele também necessitam todas as coisas construídas e desenhadas. A direção diagonal tem referência direta com a idéia de estabilidade. É a formulação oposta, a força direcional mais instável e mais provocadora das formulações visuais. Seu significado é ameaçador e quase literalmente perturbador (DONDIS, 2000).

As forças direcionais curvas têm significados associados à abrangência, à repetição e a calidez. Todas as forças direcionais são de grande importância para a intenção compositiva voltada para um efeito e um significado definidos.

Vemos graças à presença ou à ausência de relativa de luz, porém ela não se irradia com uniformidade no meio ambiente; seja ela emitida pela luz do Sol, da Lua ou artificial. As variações de luz ou de tom são os meios pelos quais distinguimos óticamente a complexidade da informação visual do ambiente. Vemos o que é escuro porque está próximo ou se sobrepõe ao claro, e vice-versa. Entre a luz e a obscuridade, existem centenas de gradações tonais específicas, mas nas artes gráficas e na fotografia essas gradações são muito limitadas. O mundo em que vivemos é dimensional, e **o tom** é um dos melhores dos

instrumentos que dispõe o visualizador para expressão dessa **dimensão**. A facilidade com que aceitamos a representação visual monocromática dá a exata medida da importância vital que o tom tem para nós, e, o que é ainda mais interessante, de como somos inconscientemente sensíveis aos valores monótonos e monocromáticos de nosso meio ambiente. A sensibilidade tonal é básica para a nossa sobrevivência; só é superada pela referência vertical-horizontal enquanto pista visual do relacionamento que mantemos com o meio ambiente. O valor tonal é outra maneira de descrever a luz. Graças a ele, e exclusivamente a ele, é que enxergamos.

Enquanto o tom está associado a questões de sobrevivência, sendo portanto, essencial para o organismo humano, **a cor** tem maiores afinidades com as emoções. A cor apesar de não ser absolutamente necessária para a criação de mensagens visuais, impregnada de informação, é uma das mais penetrantes experiências visuais que temos todos em comum; é uma fonte de valor inestimável para os comunicadores visuais. A tudo associamos um significado. Por exemplo: vermelho significa, perigo, amor, calor, vida e talvez, mais uma centena de coisas. Cada uma das cores, também tem inúmeros significados, universalmente compartilhado através da experiência, como também um valor informativo específico que se dá através dos significados associativos e simbólicos a ela vinculados (DONDIS, 2000, p.64).

A textura é o elemento visual que serve para ser apreciado tanto através do tato quanto da visão, ou ainda mediante uma combinação de ambos, ou ainda, apenas óticas. O julgamento do olho costuma ser confirmado pela mão através da objetividade do tato. É realmente suave ou apenas aparenta ser?

A escala pode ser estabelecida não só através do tamanho relativo das pistas visuais, mas também através das relações com o campo e com o ambiente. Em termos de escala os resultados visuais são fluídos, e não absolutos, pois estão sujeitos a muitas variáveis modificadoras. A medida por sua vez, é parte integrante

da escala, mas sua importância não é crucial. Mais importante é a justaposição, o que se encontra ao lado do objeto visual, em que cenário ele se encerra; esses são os fatores mais importantes. Aprender a relacionar o tamanho com o objetivo e o significado é essencial na estruturação da mensagem visual. O controle da escala pode fazer uma sala grande parecer pequena e aconchegante, e uma sala pequena, aberta e arejada. Esse efeito se estende a toda manipulação do espaço, por mais ilusório que possa ser (DONDIS, 2000, P.75).

A representação da dimensão em formatos visuais bidimensionais também depende da ilusão. A dimensão existe no mundo real. Não só podemos senti-la, mas também vê-la, com o auxílio de nossa visão estereóptica e binocular. Mas em nenhuma das representações bidimensionais da realidade como o desenho, a pintura, a fotografia, o cinema, a televisão, existe uma dimensão real; ela é apenas implícita. A ilusão pode ser reforçada de várias maneiras, mas o principal artifício para simulá-la é a convenção técnica da perspectiva – intensificados pela manipulação tonal. A perspectiva tem fórmulas exatas, com regras múltiplas e complexas. Recorre à linha para criar efeitos, mas sua intenção final é produzir uma sensação de realidade (DONDIS, 2000, 75).

A dimensão real é o elemento dominante do desenho industrial, no artesanato, na escultura e na arquitetura, e em qualquer material visual em que se lida com o volume total e real. Esse é um problema de enorme complexidade, e requer capacidade de pré-visualizar e planejar em tamanho real. A representação do volume é em duas dimensões e a construção em três dimensões. É essa enorme complexidade de visualização dimensional que exige do criador uma imensa capacidade de compreensão do conjunto. Para uma boa compreensão de um problema a concepção e o planejamento de um material visual tridimensional exige sucessivas etapas, ao longo das quais se possa refletir e encontrar soluções possíveis. Primeiro vem o esboço, geralmente em perspectiva. Pode haver inúmeros esboços descompromissados. Depois vêm o desenho de produção, rígidos e mecânicos. Os requisitos técnicos e de engenharia necessários à

construção ou manufatura exigem que tudo seja feito com riqueza de pormenores. Por último, a elaboração de uma maquete para ver como a obra vai ficar em sua forma final (DONDIS, 2000, p. 80).

O movimento talvez seja uma das forças visuais mais dominantes da experiência humana. A sugestão de movimento nas manifestações estáticas é mais difícil de conseguir sem que ao mesmo tempo se distorça da realidade, mas está implícita em tudo aquilo que vemos, e deriva de nossa experiência completa do movimento da vida. Em parte, essa ação implícita se projeta, tanto psicológica, quanto cinesteticamente, na informação visual estática. Afinal, a exemplo do universo tonal do cinema acromático que tão prontamente aceitamos, as formas estáticas das artes visuais, não são naturais, à nossa experiência. Esse universo imóvel e congelado é o melhor que fomos capazes de criar até o advento da película cinematográfica e seu milagre de representação do movimento. Observe-se porém que, mesmo dessa forma, não existe o verdadeiro movimento, como nós o conhecemos; ele não se encontra no meio da comunicação, mas no olho do espectador, através do fenômeno fisiológico da “persistência da visão”. A película cinematográfica é na verdade, é uma série de imagens imóveis com ligeiras modificações, as quais quando vistas pelo homem a intervalos de tempo apropriados, fundem-se a um fator remanescente da visão, de tal forma que o movimento parece real, mas na verdade o que está sendo visto é fixo e imóvel.

O olho explora continuamente o meio ambiente em busca de seus inúmeros métodos de absorção das informações visuais. A convenção formalizada da leitura, por exemplo, segue uma seqüência organizada. Enquanto o método de visão, o esquadramento parece desestruturado, mas, por mais que seja regido pelo acaso, as pesquisas e medições demonstram que os padrões de esquadramento humano são tão individuais e únicos quanto às impressões digitais. É possível fazer essa medição projetando-se uma luz no olho e registrando-se sobre um filme, o reflexo da pupila à medida que o olho contempla alguma coisa. O olho também se move em resposta ao processo inconsciente de

medição e equilíbrio através do 'eixo sentido' e das preferências esquerda-direita e alto-baixo. Uma vez que os dois ou os três métodos visuais podem ocorrer simultaneamente, fica claro que existe ação não apenas no que se vê, mas também no processo da visão (DONDIS, 2000, p. 81).

O milagre do movimento como componente de visão é dinâmico. O homem tem usado a criação de imagens e formas com múltiplos objetivos, dos quais, os mais importantes, é a objetivação de si mesmo. Nenhum meio visual pôde até hoje, equiparar-se à película cinematográfica enquanto espelho completo e eficaz do homem.

Todos esses elementos, o ponto, a linha, a direção, a forma, o tom, a cor, a textura, a escala, a dimensão e o movimento são os componentes irreduzíveis dos meios visuais. Constituem os ingredientes básicos com os quais contamos para o desenvolvimento do pensamento e da comunicação visuais. Apresentam o dramático potencial de transmitir informações de forma fácil e direta, mensagens que podem ser apreendidas com naturalidade por qualquer pessoa capaz de ver. Essa capacidade de transmitir um significado universal tem sido universalmente reconhecida, mas não buscada com a determinação que a situação exige. A informação instantânea da televisão transformará o mundo numa aldeia global, diz McLuhan. Mesmo assim, a linguagem continua dominando os meios de comunicação. A linguagem separa, nacionaliza; o visual unifica. A linguagem é completa e difícil; o visual tem a velocidade da luz, e pode expressar instantaneamente um grande número de idéias. Esses elementos básicos são os meios visuais essenciais. A compreensão adequada de sua natureza e de seu funcionamento constitui a base de uma linguagem que não conhecerá nem fronteiras e nem barreiras (DONDIS, 2000, p.82).

2.7 Anatomia da mensagem visual

Expressamos e recebemos mensagens visuais em três níveis: o *representacional* - aquilo que vemos e identificamos com base no meio ambiente e na experiência; o *abstrato* - a qualidade sinestésica de um fato visual reduzidos aos seus componentes básicos e elementares, enfatizando os meios mais diretos, emocionais e mesmo primitivos da criação de mensagens, e o *simbólico* - o vasto universo de símbolos codificados que o homem criou arbitrariamente e ao qual atribuiu significados. Todos esse níveis de resgate da informação são interligados e se sobrepõem, mas é possível estabelecer distinções suficientes entre eles, de tal modo que possam ser analisados tanto em termos de seu valor como tática potencial para a criação de mensagens, quanto em termos de sua qualidade no processo da visão.

A visão define o ato de ver em todas as suas ramificações. Vemos com precisão de detalhes, e aprendemos a identificar todo o material visual elementar de nossas vidas para mantermos uma relação mais competente com o mundo. Esse é o mundo do qual compartilhamos céu e mar, árvores, relva, areia, terra, noite e dia; esse é o mundo da natureza. Vemos o mundo que criamos, um mundo de cidades, de aviões, casas e máquinas; é o mundo da manufatura e da complexidade da tecnologia moderna. Aprendemos instintivamente a compreender e a atuar psicofisiologicamente no meio ambiente e, intelectualmente, a conviver e a operar com esses objetos mecânicos que são necessários a nossa sobrevivência. Tanto instintiva quanto intelectualmente, grande parte do processo de aprendizagem é visual. Para falar e entender uma língua, não é preciso ser alfabetizado; não precisamos ser visualmente alfabetizados para fazer ou compreender uma mensagem. Essas faculdades são intrínsecas ao homem, e, até certo ponto, acabam por manifestar-se com ou sem auxílio da aprendizagem e de modelos. O *input* visual é de profunda importância para a compreensão e sobrevivência.

O alfabetismo visual tem sido e sempre será uma extensão da capacidade exclusiva que o homem tem de criar mensagens. A reprodução da informação visual natural deve ser acessível a todos. Deve ser ensinada e pode ser aprendida, mas é preciso observar que nela não há sistema estrutural arbitrário externo, semelhante ao da linguagem. A informação complexa que existe diz respeito ao âmbito da importância sintática do funcionamento das percepções do organismo humano. Vemos e compreendemos aquilo que vemos. A solução de problemas está estreitamente ligada ao modo visual. Podemos até mesmo reproduzir informações visuais que nos cerca, através da câmera, e, mais ainda, preservá-la e expandi-la com a mesma simplicidade de que somos capazes através da escrita e da leitura, e, o que é mais importante, através da impressão e da produção em série da linguagem. O difícil é como fazê-lo.

De que maneira a comunicação visual pode ser entendida, aprendida e expressa?

Por exemplo, todos somos capazes de ver e reconhecer um pássaro, mas podemos ampliar esse conhecimento até a generalização de toda uma espécie e seus atributos. Para Leonardo da Vinci, um pássaro significa voar, e seu estudo desse fato levou-o a tentar a invenção de máquinas voadoras. O visionário não se detém diante do óbvio – através da superfície dos fatos visuais, vê mais além, e chega a esferas mais amplas de significado.

A realidade é a experiência visual básica e predominante. Toda informação visual é facilmente obtida através dos diversos níveis da experiência direta do ato de ver. Todos nós somos a câmera original; todos podemos armazenar e recordar, para nossa utilização e com grande eficiência visual, toda essa gama de informações visuais. A diferença entre a câmera e o cérebro humano, remetem a fidelidade da observação e à capacidade de reproduzir a informação visual. Não há dúvida que, em ambas as áreas, o artista e a câmera são detentores de uma destreza especial.

Além de um modelo tridimensional realista, a coisa mais próxima da visão concreta de um pássaro, por exemplo, na experiência direta, seria uma foto cuidadosamente exposta e focada do mesmo, em suas cores plenas e naturais. A foto se equipara à habilidade do olho e do cérebro, produzindo um pássaro real em seu meio real. Costumamos dizer que se trata de um efeito realista. É preciso notar, porém, que na experiência direta, ou em qualquer nível da escala da expressão visual, da foto ao esboço impressionista, toda experiência visual está fortemente sujeita à interpretação individual. Da resposta “vejo um pássaro” – vejo o vôo e os múltiplos níveis e graus de significado e intenção que as medeiam e ultrapassam – a mensagem está sempre aberta à modificação subjetiva. Somos todos únicos.

Por essa razão, fazer um filme, pintar um quadro, projetar aviões, casas ou mesmo qualquer tipo de objetos, constituem sempre uma aventura complexa, que deve recorrer tanto à **inspiração** quanto ao **método**. A **regras** não ameaçam o pensamento criativo em matemática; a gramática e a ortografia não representam um obstáculo à escrita criativa. A coerência não é antiestética, e uma concepção visual bem expressa deve ter a mesma elegância e beleza que encontramos num teorema matemático ou um soneto bem elaborado.

A fotografia é um meio de representação da realidade visual que mais depende da técnica. Da invenção da ‘câmera escura’ no Renascimento, como um brinquedo para ver o ambiente reproduzido na parede e no assoalho foi só a primeira etapa de uma árvore muito frondosa, que nos permitiu chegar, através da fotografia impressa e do cinema, ao enorme e poderoso efeito que a magia da lente veio instaurar em nossa sociedade. Essa capacidade única de registrar os fatos atinge seu ponto culminante no cinema, que produz a realidade com uma precisão ainda maior, e no milagre eletrônico da televisão, que permitiu o mundo inteiro acompanhar o primeiro passo dado pelo homem na Lua, simultaneamente ao acontecimento. O conceito de tempo foi modificado pela imprensa; o conceito de

espaço foi para sempre modificado pela capacidade da câmera de produzir imagens (DONDIS, 2000, p.88-89).

Uma pintura ou um desenho de forte realismo pode produzir um efeito semelhante um tipo de forma, que não pode prescindir do artista. Os desenhos de Audubon, por exemplo, destinava-se a ser usado como referência técnica, e por esse motivo são bastante realistas, refletindo a realidade. Com isso queremos dizer que o artista tinha por objetivo fazer com que o pássaro ou qualquer coisa que estivesse sendo visualmente registrada, se assemelhasse ao máximo ao seu modelo natural ou real. Audubon não estava apenas criando uma imagem, mas registrando e oferecendo aos alunos dados que pudessem ser identificados com segurança, ele colocava no papel informações visuais que pudessem ter um 'valor de referências'. De certo modo, a fotografia poderia ser considerada mais semelhante ao modelo natural, mas argumenta-se também que o trabalho do artista é mais limpo e claro, uma vez que ele pode controlá-lo e manipulá-lo. É o começo de um processo de abstração, que vai deixar de lado os detalhes irrelevantes e enfatizar os traços distintivos.

O processo de abstração, além de ser um processo mais amplo de generalização do pensamento pode ser utilizado ou por ser mais generalizado, ele produz um processo de destilação. É também um processo de destilação, da redução dos fatores visuais múltiplos aos traços mais essenciais e características daquilo que está sendo representado. Porém se o que se pretende enfatizar é o movimento de um pássaro, os detalhes estáticos e o acabamento mais rigoroso são ignorados. A forma final segue as necessidades comunicação. Na informação visual estão presentes detalhes do aspecto natural do pássaro, suficientes, para que a pessoa capaz de reconhecer um pássaro possa identificá-lo nos esboços. A eliminação ulterior dos detalhes, até se atingir a abstração total pode seguir dois caminhos: a abstração voltada para o simbolismo, às vezes com um significado identificável, outras vezes com um significado arbitrariamente atribuído, e a abstração pura, ou redução da manifestação visual dos elementos básicos que

não conservam relação alguma com qualquer representação representacional extraída da experiência do meio ambiente. A abstração voltada ao simbolismo requer uma simplificação radical, ou seja, a redução de detalhes visuais a seu mínimo irreduzível. Para ser eficaz, um símbolo não deve ser apenas visto e reconhecido; deve também ser lembrado, e mesmo reproduzido. Não pode por definição, conter grande quantidade de informação pormenorizada. Mesmo assim pode conservar algumas qualidades reais, a mesma informação visual básica da forma do pássaro, acrescida por exemplo, de um ramo de oliveira, transformando-se no símbolo facilmente identificável da paz. Nesse caso alguma educação por parte do público se faz necessária para que a mensagem seja clara. Porém, quanto mais abstrato for o símbolo mais intenso deverá ser sua penetração, na mente do público, para educá-la quanto ao seu significado.

A redução de tudo aquilo que vemos aos elementos visuais básicos também é um processo de abstração, que na verdade, é mais importante para o entendimento e a estruturação das mensagens visuais. Quanto mais representacional for a informação visual mais específica será sua referência; quanto mais abstrata, mais geral e abrangente. Em termos visuais a abstração é uma simplificação que busca um significado mais intenso e condensado. Como já foi demonstrada, a percepção humana, elimina os detalhes superficiais, numa reação à necessidade de estabelecer o equilíbrio e outras racionalizações visuais. Sua importância para o significado, porém, não termina aqui.

Nas questões visuais, a abstração pode existir não apenas na pureza de manifestação visual reduzida à mínima informação representacional, mas também como abstração pura e desvinculada de qualquer relação com dados visuais conhecidos, sejam eles ambientais ou vivenciais.

Os múltiplos níveis de expressão visual, que incluem a representacionalidade, a abstração e o simbolismo, oferecem opções tanto de estilo quanto de meios para a solução de problemas visuais.

As soluções possíveis para a necessidade que o homem tem de abrigo e proteção são infinitas e podem ser inspiradas pela utilidade, pelo orgulho, pela expressão e pela comunicação. Assim ao uso a que se destina é um dos mais fortes fatores que determinam seu tamanho, sua forma, sua cor, suas proporções, seu tom, sua cor e textura. Em qualquer contexto visual: a forma segue a função (DONDIS, 2000, p.99).

Segundo Dondis (2000, p.101) de tudo isso podemos concluir que qualquer manifestação visual abstrata é profunda, e que a representacional não passa de uma mera imitação muito superficial, em termos de profundidade de comunicação. Mas o fato é que, quando estamos diante de um relato visual extremamente representacional e detalhado do meio ambiente, esse relato coexiste com outra mensagem visual que expõe as forças visuais elementares e é de natureza abstrata, mas que está impregnada de significado e exerce uma enorme influência sobre a resposta. A subestrutura abstrata é a composição, o *design*. O potencial de criação de uma mensagem, através da redução de informação visual realista a componentes abstratos, está na reação do arranjo a efeito pretendido. Pode haver um significado complexo na subestrutura abstrata? O abstrato transmite o significado essencial ao longo de uma trajetória que vai do consciente ao inconsciente, da experiência no campo sensorio diretamente ao sistema nervoso, do fato a percepção.

A interação entre os três níveis contribui, para o processo de concepção, criação e refinamento de toda obra visual. Cada nível: o representacional, o abstrato e o simbólico têm características específicas que podem ser isoladas e definidas, mas não são absolutamente antagônicas. Na verdade eles se sobrepõem, interagem e reforçam mutuamente suas respectivas qualidades.

A informação visual representacional é o nível mais eficaz a ser utilizado na comunicação forte e direta dos detalhes visuais do meio ambiente, sejam eles naturais ou artificiais.

A abstração tem sido o instrumento fundamental para o desenvolvimento de um projeto visual. É extremamente útil no processo de exploração descompromissada de um problema e no desenvolvimento de opções e soluções visíveis. A natureza da abstração libera o visualizador das exigências de representar a solução final e consumada, permitindo assim que aflorem à superfície as forças estruturais e subjacentes dos problemas compositivos, que apareçam os elementos visuais puros e que as técnicas sejam aplicadas através da experimentação direta. É um processo dinâmico, cheios de começos e falsos começos, mas livre e fácil por natureza.

O simbólico, informação através do símbolo, por sua vez, pode ser qualquer coisa, de uma imagem simplificada a um sistema extremamente complexo de significados atribuídos. Pode reforçar de muitas maneiras, a mensagem e o significado na comunicação visual.

O processo de criação de uma mensagem visual pode ser descrito como uma série de passos que vão de alguns esboços visuais em busca de uma solução até uma escolha e decisão definitivas, passando por versões cada vez mais sofisticadas (DONDIS, 2000, p105).

2.8 A dinâmica do contraste

O controle mais eficaz do efeito visual encontra-se no entendimento de que existe uma ligação entre mensagem e significado. Os critérios sintáticos oferecidos pela psicologia da percepção e a familiaridade com o caráter e a pertinência dos elementos visuais essenciais proporcionam a todos os que buscam o alfabetismo visual uma base sólida para a tomada de decisões compositivas. Contudo, o controle crucial do significado visual encontra-se na função focalizadora das técnicas.

As técnicas visuais foram ordenadas em polaridades, não só para demonstrar e acentuar a gama de opções operativas possíveis na concepção e na interpretação de qualquer manifestação visual, mas também para expressar a enorme importância da técnica e do conceito de contraste em todos os meios de expressão visuais. Todo e qualquer conceito existe no contexto dessas polaridades. Seria possível entender o alto e o baixo, o doce e o amargo, o frio e o calor? O contraste de substâncias e a receptividade dos sentidos a esse mesmo contraste dramatizam o significado, através de formulações opostas. O princípio básico da 'forma' determina essa estreita relação entre unidades aperceptivas e distinções lógicas, que os antigos conheciam como 'unidade de diversidade'. É assim que em seu ensaio "*Abstraction in Science and Abstraction in Art*" Susanne Langer descreve a "articulação dos elementos estruturais de um todo dado". No processo de articulação visual, o contraste é a força vital para a criação de um todo coerente. Em todas as artes o contraste é um poderoso instrumento de expressão, o meio para intensificar o significado, e, portanto, para simplificar a comunicação (DONDIS, 2000, P.108).

Embora, no rol das técnicas, a harmonia seja colocada como polaridade de contraste, é preciso enfatizar muito que a importância de ambos tem um significado mais profundo na tonalidade do processo visual. Representam um processo contínuo e extremamente ativo em nosso modo de ver os dados visuais, e, portanto, de compreender aquilo que vemos. O organismo humano parece buscar a harmonia, um estado de tranquilidade e resolução. Há uma necessidade de organizar toda espécie de estímulos em totalidades racionais, como foi demonstrado pelos experimentos gestaltistas. Reduzir a tensão, racionalizar, explicar e resolver as confusões de coisas que parecem, todas, predominar entre as necessidades do homem. Só no contexto da conclusão lógica dessa indagação incessante e ativa é que o valor do contraste fica claro. Se a mente humana obtivesse tudo aquilo que busca tão avidamente em todos os processos de pensamento, o que seria dela? Chegaria a um estado de equilíbrio imponderável, estável e imóvel, ao repouso absoluto. O contraste é uma força de oposição, que,

desequilibra, choca, estimula e chama a atenção. Vemos muito mais do que precisamos ver, mas nunca nos damos por satisfeitos. Estabelecemos um contato com o mundo e suas complexidades através da visão, e recorremos aquilo que o poeta chama de “olho da mente” para pensar em termos visuais (DONDIS, 2000, p. 108-109).

O alfabetismo visual, a importância do significado do contraste começa no nível básico da visão ou da ausência desta, através da presença ou da ausência de luz. Por melhor que funcione o aparato fisiológico da visão, os olhos, o sistema nervoso, o cérebro por pior que o número de coisas que o meio ambiente nos ponha diante dos olhos, numa circunstância em que predomine o escuro absoluto, somos todos cegos. Neste sentido, a luz é a chave de nossa força vital. Em seu estado visual elementar, a luz é tonal, e vai do brilho, ou luminosidade, à obscuridade, através de uma série de etapas que podem ser descritas como constituídas por gradações muito sutis. No processo de ver, dependemos da observação da justaposição interagente dessas gradações de tom para ver os objetos.

A luz cria padrões, e, uma vez identificados esses padrões intensificados esses padrões a informação obtida é armazenada no cérebro para ser utilizada em conhecimentos posteriores. Assim, os olhos e o processo de visão estendem-se em muitas direções, extrapolando o ato de ver e atingindo os domínios e as funções da inteligência. Todo o sistema nervoso interage com a visão, intensificando nossa capacidade de discernir. O tato, o paladar, audição e o olfato contribuem para essa compreensão do mundo que nos cerca e, às vezes, entrando em contradição com o que nos dizem nossos olhos. Mas, porém, de todos os nossos sentidos a visão é aquele de que mais dependemos, e o que sobre nós exerce um poder superior. E a visão funciona com mais eficácia quando os padrões que observamos se tornam visualmente mais claros através do contraste, transformando em estruturas coesas em um nível superior de significado (DONDIS, 2000, p.111).

Em seu livro *Intelligent Eye*, R. L. Gregory diz “nesse sentido, os ‘padrões’ são muito diferentes de ‘objetos’. Por padrões entendemos um certo conjunto de inputs que atinge o receptor no espaço ou no tempo”. Ver significa classificar os padrões, com o objetivo de compreendê-los ou reconhecê-los. Sua utilização habilidosa ajuda muito, a evitar confusões, tanto do *designer* quanto do observador. O ato de ver é um processo de discernimento e julgamento.

O contraste é um instrumento essencial da estratégia de controle dos efeitos visuais, e, conseqüentemente do significado. Mas o contraste é, ao mesmo tempo, um instrumento, uma técnica e um conceito. O contraste é o caminho fundamental para a clareza do conteúdo em arte e comunicação.

O principal objetivo de uma manifestação visual é a expressão, a transmissão de idéias, informações e sentimentos; para entendê-lo melhor, é preciso vê-lo em termos de expressão. Em seu ensaio “*Expresion and Gestalt Theory*”, que faz parte de uma compilação de textos intitulada *Psicology and the visual Arts*, Artheim define expressão como sendo a “contrapartida psicológica dos processos dinâmicos que resultam na organização dos estímulos perceptivos”. Em outras palavras, Dondis (2000, p.121) nos diz que “os meios de que o organismo humano se vale para decodificar, organizar e dar sentido à informação visual, na verdade a toda informação, podem prestar-se, com grande eficácia, à composição de uma mensagem a ser colocada diante de um público. Em suas ramificações psicológicas e fisiológicas, o processo de *input* informativo humano pode servir de modelo para o *output* informativo”.

2.9 As técnicas são as estratégias de comunicação

O conteúdo e a forma são os componentes básicos, irreduzíveis, de todos os meios. O conteúdo é fundamentalmente o que está sendo direta ou indiretamente

expresso; é o caráter da informação. Na comunicação visual o conteúdo nunca está dissociado da forma.

Na busca de qualquer objetivo fazem-se escolhas através das quais se pretende reforçar e intensificar as intenções expressivas, para se deter o controle máximo das respostas. E isso exige uma enorme habilidade.

A mensagem e o método de expressá-la dependem grandemente da compreensão e da capacidade de usar técnicas visuais, os instrumentos da composição visual. A técnica é às vezes a força fundamental da abstração, a redução e simplificação de detalhes complexos e cambiáveis a relações gráficas que podem ser apreendidas. Trata-se de um processo de experimentação e opção seletiva que tem por objetivo encontrar a melhor solução possível para expressar o conteúdo.

O conteúdo e a forma determinados pelos designers representam apenas três, dos quatro fatores presentes no modelo do processo de comunicação visual: designer (artista), forma e conteúdo; o quarto é o público (DONDIS, 2000, p.133).

A percepção, a capacidade de organizar a informação visual que se percebe, depende dos processos naturais, das necessidades e propensões do sistema nervoso humano. O conteúdo e a forma constituem a manifestação; o mecanismo perceptivo é o meio para sua interpretação. O *input* visual é fortemente afetado pelo tipo de necessidade que motiva a investigação visual e também pelo estado mental do sujeito. Vemos aquilo que precisamos ver. A visão está ligada a sobrevivência como sua mais importante função. Mas vemos o que precisamos ver, ou seja, através da influência mental, da preferência e do estado de espírito em que eventualmente nos encontramos. Seja para compor, seja para ver, a informação contida nos dados visuais deve emergir da rede de interpretações subjetivas, ou ser por ela filtrada. Para realmente exercer o máximo de controle possível, o compositor visual deve compreender os complexos procedimentos

através dos quais o organismo humano vê, graças a esse conhecimento, aprender a influenciar respostas através de técnicas visuais (DONDIS, 2000, p.134).

A inteligência não atua sozinha nas abstrações verbais. Pensar, observar, entender, e, tantas outras qualidades da inteligência estão associadas à inteligência visual. Mas o pensamento visual não é um pensamento retardado, a informação é transmitida diretamente.

A força maior da linguagem visual está em seu caráter imediato, em sua evidência espontânea. Em termos visuais, nossa percepção do conteúdo e da forma é simultânea. É preciso lidar com ambos, como uma força, única que transmite informação da mesma maneira. Escuro é escuro, alto é alto; o significado é observável. Quando adequadamente desenvolvida e composta, uma mensagem visual vai diretamente ao cérebro, para ser compreendida sem decodificação, tradução ou atraso consciente. “Você vê aquilo que consegue ver”. O reconhecimento desse fato e desse potencial revela a importância fundamental, em termos de controle dessa imediatez de expressão muito especial, que é específica da comunicação visual e se manifesta através do uso de técnicas que nos permitem controlar o significado dentro da estrutura. O *design*, a manipulação de elementos visuais, é coisa fluída, mas o método de pré-visualização e de planejamento ilustra o caráter da imagem sintetizada. É um tipo de inteligência não-verbal, e sua natureza está ligada a emissão de conteúdo em uma forma, através do controle exercido pela técnica.

Para citarmos Susanne Langer, em *Problems of Art*, ela descreve com muita perspicácia o fato da expressão visual: “A forma, no sentido em que os artistas falam de ‘forma significativa’ ou ‘expressiva’, não é uma estrutura abstrata, mas uma aparição; e os processos vitais da sensação e da emoção que boa parte da obra de arte expressa dão ao observador de estarem diretamente contido nela, não simbolizados, mas realmente representados. A congruência é tão assombrosa

que símbolo e significante parecem constituir uma só realidade” (DONDIS, 2000, p.135).

2.10 Inteligência visual aplicada

A pré-visualização é um processo flexível. Idealmente, é a etapa que do design em que o artista-compositor manipula o elemento visual pertinente com técnicas apropriadas ao conteúdo e a mensagem, ao longo de uma série de tentativas. Por serem considerados desnecessários, nessa fase de desenvolvimento de uma idéia visual são abandonados os detalhes, e talvez até mesmo as associações já identificáveis com o resultado final. Cada artista desenvolve uma grafia pessoal. Talvez devido à flexibilidade e a causalidade desse passo, na busca de uma solução compositiva que agrade ao designer, ajuste-se a sua função e expresse suas idéias ou o caráter pretendidos, a elaboração de manifestações visuais costuma ser associada a atividades não-cerebrais. Uma série de esboços rápidos e ostensivamente indisciplinados certamente não sugere nenhum tipo de rigor intelectual. Afinal o artista é visto como se estivesse num estado hipnótico, enquanto toma suas decisões (DONDIS, 2000, p.135).

O que realmente acontece? Na verdade, o artista, *designer*, artesão ou comunicador visual está envolvido num ponto crucial de tomada de decisões, num processo extremamente complexo de seleção e rejeição.

O talento e o controle artístico do meio de expressão visual e a intuição costumam ser vistos de um modo um tanto confuso.

Qualquer aventura visual por mais simples, básica ou despreziosa, que possa parecer, implica na criação de algo que antes não estava ali, e se tornar palpável o que ainda não existe. Há critérios a serem aplicados ao processo e ao julgamento que dele fazemos. A inspiração súbita e irracional não é uma força aceitável no design. O planejamento cuidadoso, a indagação intelectual e o conhecimento

técnico são necessários no design e no pré-planejamento visual. Através de suas estratégias compositivas, a artista deve procurar soluções para os problemas de beleza e funcionalidade, de equilíbrio e do reforço mútuo entre forma e conteúdo. Sua busca é extremamente intelectual; suas opções, através da escolha de técnicas, devem ser racionais e controladas. Em termos visuais, a criação em múltiplos níveis de função não pode dar-se ao estado estético semicomatoso, por mais sublime que o mesmo supostamente seja. A inteligência visual não é diferente da inteligência geral, e o controle dos elementos dos meios visuais apresenta os mesmos problemas que o domínio de outra habilidade qualquer. Esse domínio pressupõe se saiba com o que se trabalha, e de que modo se deve proceder.

A composição visual parte dos elementos básicos: ponto, linha, forma, direção, textura, dimensão, escala e movimento. Na composição o primeiro passo tem por base a escolha dos elementos apropriados ao veículo de comunicação que se vai trabalhar. Em outras palavras, a forma é a estrutura elementar (DONDIS, 2000, p.136).

Mas o que é preciso para criar uma estrutura elementar?

As opções que nos levam ao efeito expressivo dependem da manipulação dos elementos através de técnicas visuais. Entre os dois, elementos e técnicas, e os múltiplos meios que oferecem ao *designer*, há um número ilimitado de opções para o controle do conteúdo. As opções, literalmente infinitas, tornam difícil a descrição das técnicas visuais segundo o procedimento rígido e definitivo com que estabelecemos o significado comum das palavras.

Ver é um fato natural do ser humano; a percepção é um processo de capacitação. A prática do design tem um pouco a ver com as duas coisas. Ouvir não implica a capacidade de escrever música, e pelo mesmo motivo, o fato de ver não garante a ninguém a capacidade de tornar compreensíveis e funcionais as manifestações

visuais. A intuição simplesmente não basta; não é uma força mística da expressão visual. O significado visual, tal como é transmitido pela composição, pela manipulação dos elementos e pelas técnicas visuais, implica uma enorme somatória de fatores e forças específicas. A técnica fundamental é, sem dúvida, o contraste. É a força que torna as estratégias compositivas mais visíveis. O significado, porém, emerge das ações psicofisiológicas dos estímulos exteriores sobre o organismo humano: a tendência de organizar todas as pistas visuais em formas o mais simples possível; a associação automática das pistas visuais que possuem semelhanças identificáveis; a incontornável necessidade de equilíbrio; associação compulsiva de unidades visuais nascidas da proximidade; e o favorecimento, em qualquer campo visual, da esquerda sobre a direita, e do ângulo inferior sobre o superior. Todos esses fatores regem a percepção visual, e o reconhecimento de como operam, pode fortalecer ou negar o uso da técnica (DONDIS, 2000, p. 136-137).

Mais além do conhecimento operativo desses e de outros fenômenos perceptivos humanos encontra-se a forma de todas as coisas visuais, na arte, na manufatura e na natureza. Seu caráter, e a percepção do mesmo criam o todo, a forma. Paul Stern, citado por Dondis, (2000), aborda sua definição num ensaio "*On the Problems of Artistic Form*": "Somente quando todos os fatores de uma imagem e todos os seus efeitos individuais estão em completa sintonia com o sentimento vital, intrínseco e único que se expressa no todo – quando, por assim dizer, a clareza da imagem coincide com a clareza do conteúdo interior – é que se alcança uma forma 'verdadeiramente artística'. Em sua manifestação visual, a forma compõe-se dos elementos do caráter e da disposição dos mesmos, e da energia que provocam no observador. A escolha de quais elementos básicos serão utilizados num design, e de que modo isso será feito, tem a ver tanto com a forma quanto com a direção da energia liberada pela forma que resulta no conteúdo.

O objetivo analisado e declarado pelo compositor visual seja informativo, seja funcional, ou ainda de ambos os tipos, serve de critérios para orientar a busca da

forma que será assumida por uma manifestação universal. Se, como afirmou Louis Sullivan, citado por Dondis (2000, p.138), “a forma segue a função”, seria lógico ampliar o seu pensamento e acrescentar “a forma segue o conteúdo”. Por exemplo, um avião tem um aspecto que se ajusta àquilo que faz. Sua forma é regida e modelada por aquilo que ele faz. O mesmo aconteceria com um cartaz que anunciasse uma quermesse paroquial de verão. Sua forma não decorreria tanto de sua função, mas muito mais de seu conteúdo. O cartaz expressa o objetivo em função do qual foi criado? Deveria ser vivo, alegre, atraente, movimentado e divertido. É preciso que represente e revele o fim que se destina. Não apenas através de palavras ou símbolos, mas através da composição total. A clara formulação da mensagem verbal responde a função do cartaz, ou seja, solicitar a presença do público.

As técnicas visuais oferecem ao designer uma grande variedade de meios de expressão visual do conteúdo. As técnicas visuais devem ser pensadas em termos de expressão excludentes para a construção e análise de tudo aquilo que vemos. As sutilezas compositivas de que dispõe o designer devem-se em parte à multiplicidade de opções, mas as técnicas visuais também combináveis e interatuantes em sua visualização compositiva. Se não forem bem definíveis, tornar-se-ão transmissores ambíguos e ineficientes de informações (DONDIS,2000,P.139).

Seria impossível enumerar todas as técnicas disponíveis, ou, se fizéssemos, dar-lhes definições consistentes.

Segundo Dondis (2000, p.160) “As técnicas são apenas alguns dos muitos possíveis modificadores de informação que se encontra à disposição do *designer*. Quase todo formulador visual tem sua contrapartida, e cada um está ligado ao controle dos elementos visuais que resultam na configuração do conteúdo e na elaboração da mensagem”.

Em todo o esforço compositivo, as técnicas visuais se sobrepõem ao significado e o reforçam; em conjunto, oferecem ao artista e ao leigo os meios mais eficazes de criar e compreender a comunicação visual expressiva, na busca de uma linguagem visual universal.

O conhecimento de princípios perceptivos compartilhados constitui um ponto de partida, uma base para o prognóstico de certas decisões visuais sobre a organização do projeto.

Os elementos oferecem ao comunicador visual a substância fundamental, e saturada de significado para essa construção.

As técnicas são os capacitadores, as opções para uma tomada de decisão que controla os resultados (DONDIS, 2000, p.161).

O estilo é a síntese visual de elementos, técnicas, sintaxe, inspiração, expressão e finalidade. Talvez a melhor maneira de estabelecer sua definição seria, em termos de alfabetismo visual, seja vê-lo como uma categoria ou classe de expressão visual, modelada pela plenitude de um ambiente cultural.

Há muitos nomes de estilos artísticos que identificam não apenas uma metodologia expressiva, mas também um período histórico e uma posição geográfica distinta: bizantino, renascentista, barroco, impressionista, dadaísta, flamengo, gótico, Bauhaus, vitoriano. Cada nome evoca uma série de pistas visuais identificáveis, que conjunto, abarcam a obra de muitos artistas, além de um período e lugar.

Não cabe mencionar de forma detalhada os vários estilos, pois o objetivo deste trabalho não se reporta em particular, a estas questões.

2.11 Função e mensagem

Quais são as razões básicas para a criação (concepção, fabricação, construção, manufatura) de todas as formas visuais?

Os dados visuais podem transmitir informações: mensagens específicas ou sentimentos expressivos, tanto intencionalmente, como um subproduto da utilidade. Os objetivos das informações visuais se misturam, interagem e se transformam com uma complexidade caleidoscópica. Para compreender os meios de comunicação visuais, é preciso que nosso conhecimento sobre eles se fundamente num critério de grande amplitude. As respostas às indagações sobre os motivos que os levam a serem concebidos e produzidos são fluídas, e as perguntas, portanto, também devem sê-lo. Devem interrogar a natureza de cada meio de comunicação, sua função ou níveis de função, sua adequação, sua clientela a que se destina, e por último, sua maneira e de servir às necessidades sociais (DONDIS, 2000, p.184).

Alguns aspectos universais da comunicação visual: Segundo Dondis (2000), há muitas razões para levar em consideração o potencial do alfabetismo visual. Algumas são provocadas pelas limitações do alfabetismo verbal. A leitura e a escrita, e sua relação com a educação constituem ainda um luxo das nações mais ricas e mais tecnologicamente desenvolvidas do mundo. Para os analfabetos, a linguagem falada, a imagem e o símbolo continuam sendo os principais meios de comunicação e, dentre eles, só o visual pode ser mantido em qualquer circunstância prática.

Mas as implicações da natureza universal da informação visual não se esgotam em seu uso como substituto da informação verbal. Não há nenhum conflito entre os dois tipos de informações. Cada uma tem suas especificidades, mas o modo visual ainda não foi utilizado em sua plenitude. A compreensão visual é um meio natural que não precisa ser aprendido, mas refinado, através do alfabetismo

visual. O que vemos não é, como na linguagem, um substituto que precisa ser traduzido de um estado para outro. Em termos perceptivos, por exemplo, uma maçã é a mesma coisa para um norte-americano quanto para um francês, ainda que o primeiro a chame de *apple*, e o segundo de *pome*. Mas, da mesma forma que a linguagem, a comunicação visual deve evitar a ambigüidade das pistas visuais e expressar as idéias de modo mais simples e direto. É através da sofisticação excessiva e da escolha de um simbolismo complexo que as dificuldades intelectuais podem surgir na comunicação visual.

Segundo Dondis (2000), “através da expressão visual, somos capazes de estruturar uma afirmação direta; através da percepção visual, vivenciamos uma interpretação direta daquilo que estamos vendo. Todas as unidades individuais dos estímulos visuais interagem, criando um mosaico de forças saturadas de significado, mas de um tipo especial de significado, exclusivo do alfabetismo visual e passível de ser absorvido com muito pouco esforço, se comparado a lenta decodificação da linguagem. A inteligência visual transmite informações a uma velocidade, e, se os dados estiverem claramente organizados e formulados, essa informação só é mais fácil de absorver, como também de reter e utilizar referencialmente.

Cada um dos meios de comunicação visual têm, não apenas, seus próprios elementos estruturais, mas também uma metodologia única para a aplicação das decisões compositivas e a utilização de técnicas em sua conceituação e formulação.

O entendimento dessas forças amplia o campo de experimentação e da interpretação tanto para o criador quanto para o observador, e os leva para um conjunto de critérios mais sofisticados de avaliação visual capazes de unir mais estreitamente a realização e o significado.

Como o restante de nosso mundo natural, a escultura existe numa forma que, além de poder ser tocada, também pode ser vista a partir de um número infinito de ângulos, com cada plano correspondendo àquilo que em duas dimensões, seria um desenho completo. Projetar uma obra tridimensional requer dois esboços bidimensionais que permitam uma reflexão sobre os diferentes ângulos a partir dos quais a obra será vista (DONDIS, 2000, p. 191).

À medida que as culturas se tornaram mais desenvolvidas, a arte e a técnica da construção passam a servir também às atividades e aos interesses do homem. As preferências e o gosto pessoal do arquiteto sobrepujam à técnica, os materiais e os estilos simbólicos. É ele o artista, o conceitualizador que cria a partir de elementos básicos de *design*, dos estilos atuais e históricos, dos materiais e técnicas de engenharia.

O elemento fundamental do planejamento da expressão arquitetônica, mecânica ou qualquer expressão industrial, etc., é a linha. Tanto na exploração preliminar, em busca de solução, quanto nas fases finais de produção, o caráter linear da preparação visual domina todos os procedimentos. Os primeiros esboços podem ser livres e indisciplinados, buscando formas especiais ao longo do processo de pré-visualização.

As etapas mais rigorosas do planejamento arquitetônico exigem a elaboração de plantas baixas e elaboração detalhadas de estruturalmente identificáveis. As plantas baixas determinam o espaço interior real, a posição das janelas, portas e outros detalhes estruturais. Além disso, a planta deve estar representada na escala e na proporção exatas, de tal modo que o construtor e o proprietário sejam capazes de interpreta-las e possam ter uma idéia clara dos resultados finais. Como se faz necessária uma certa formação para visualizar a planta em três dimensões, e nem todas as pessoas são capazes de imaginar o efeito a partir de desenhos esquemáticos ou elevações bidimensionais, em geral os arquitetos preparam e apresentam a seus clientes representações tridimensionais, e, em

alguns casos, também maquetes tridimensionais, o que vem a minimizar a necessidade de visualizar uma coisa que ainda não existe, a não ser em forma de projeto.

O arquiteto deve ser um artesão e um engenheiro que conhece os métodos de construção e de manipulação de materiais, deve ser um político capaz de lidar com seus clientes, que vão de indivíduos as indústrias, ou instituições governamentais. Deve ser um sociólogo capaz de compreender a sua própria cultura e criar projetos que respondam às necessidades de seu tempo e se ajustem coerentemente ao meio ambiente. E o mais difícil ainda, deve ser um artista que conheça os elementos, as técnicas e os estilos das artes visuais, e consiga combinar a forma e a função, para atingir os efeitos pretendidos. Nesse campo seu talento deve competir com um escultor, uma vez que em última instância, seus projetos ficarão como manifestações abstratas a serem esteticamente avaliadas (DONDIS, 2000, p.197).

O *designer* gráfico só surgiu durante a verdadeira Revolução Industrial do século XIX, quando a sofisticação das técnicas de impressão e de confecção de papeis permitiu a criação de efeitos decorativos mais criativos da manipulação dos textos e das ilustrações. Foram os artistas plásticos e os pintores de cavalete que se interessaram pelos processos de impressão há pouco desenvolvidos, produzindo resultados extraordinariamente criativos. Toulouse-Lautrec sentiu-se atraído pela criação de pôsteres; William Morris, basicamente um desenhista industrial, fundou a Kelmscott Press; ambos, porém constituem casos excepcionais.

Na prática do exercício de encontrar múltiplas soluções para um problema de design gráfico equivale demonstrar a relação entre o uso de elementos e a natureza do meio de comunicação. Na impressão, por exemplo, o elemento dominante é a linha; outros elementos como a cor, o tom, a textura e/ou a escala são secundárias. A mudança de um a outro grupo de esboços permite que designer possa optar por diferentes técnicas visuais, num processo de decisões

finais que mostram a relação entre o conteúdo e a forma. Essa relação é especialmente importante nos meios de impressão em massa, já que eles envolvem uma combinação de palavras, imagens e formulações abstratas de design, e sua natureza básica se define por sua combinação do verbal e do visual, numa tentativa direta de transmitir informações.

Cada passo da trajetória, que vai do esboço à etapa final, requerer alguns conhecimentos de composição e aspectos técnicos de impressão, um ordenamento das unidades de informação verbal e visual que resulte na ênfase pretendida e expresse claramente a mensagem pretendida.

Ao contrário dos sectários das artes e dos ofícios na Inglaterra e na Europa, que voltaram suas costas para os questionáveis padrões da produção em série; o grupo alemão da Bauhaus procurou compreender as possibilidades únicas da máquina, e buscou suas capacidade específica de produzir objetos que incorporassem uma nova concepção e beleza.

O designer industrial se transformou no artesão dos tempos modernos, e a palavra design adquiriu um novo significado – “a adaptação de um produto à produção em série”. A filosofia da Bauhaus contribui em muito para resgatar o objeto produzido em série e inspirou produtos simples e funcionais, de estilo moderno. M nenhuma esfera do movimento artístico verificou-se um interesse mais sincero pelo retorno ao básico. Em sua essência, o programa da escola conduzia seus alunos através de explorações ‘manuais’ das qualidades essenciais dos materiais que trabalhavam e o fazia de uma forma que lembrava muito a pesquisa dos componentes visuais básicos, uma investigação importante quando o objetivo é o alfabetismo visual.

Para desenvolver belos designs de máquinas e artefatos em série, é preciso desenvolver um delicado equilíbrio entre a capacidade técnica e o amor à beleza. E isso não é fácil. Mas o mergulho na força dinâmica das condições visuais puras

é absolutamente necessário para o técnico, oferecendo-lhes, como de fato o faz, uma forma de ampliar sua compreensão do problema diante do qual se encontra.

Quem mais que o engenheiro pode se beneficiar da natureza abstrata e conceitual do componente visual, tal como ele é visto e definido no contexto do alfabetismo visual?

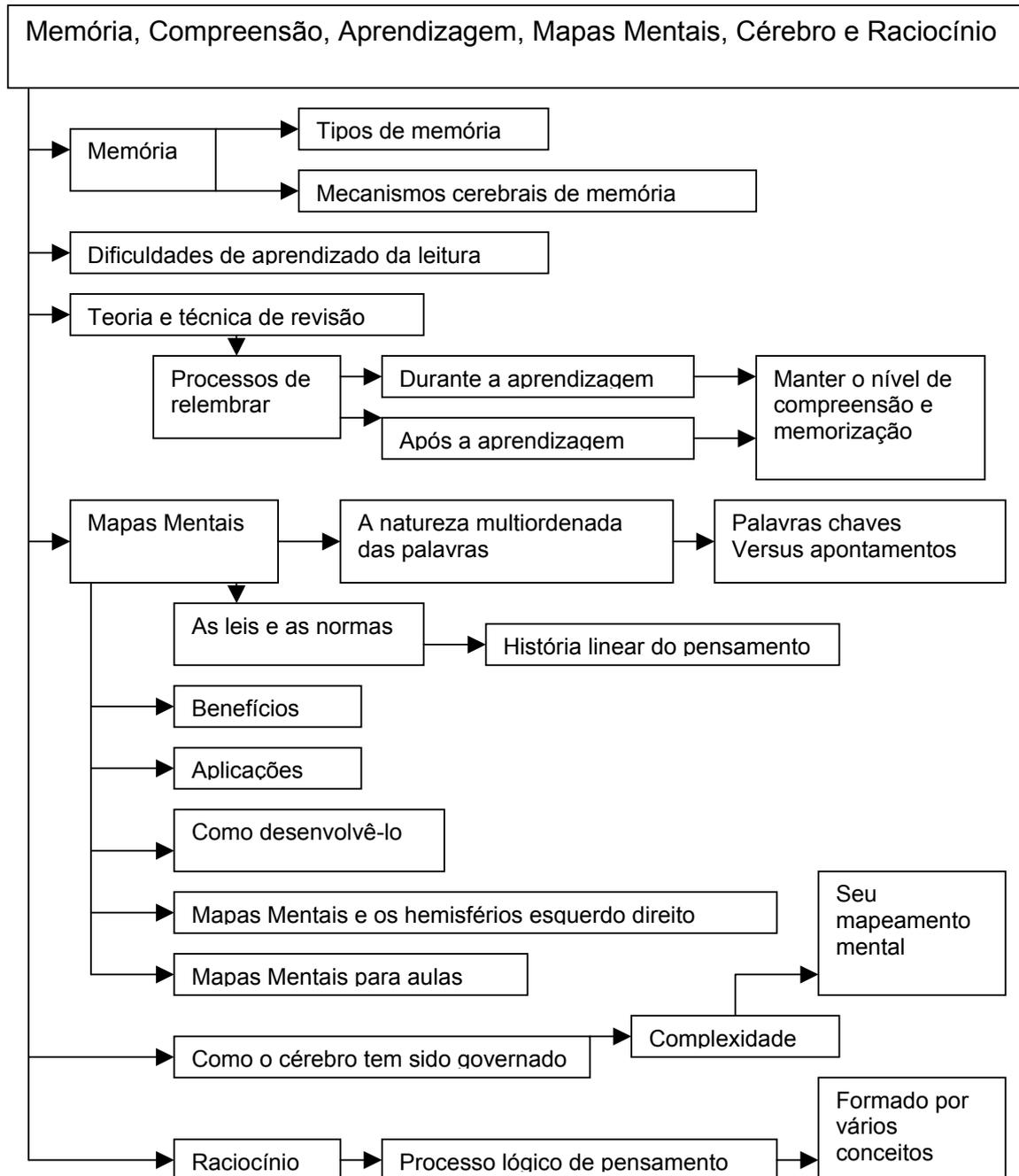
A mente liberal pode beneficiar-se unicamente de um ponto de vista que espera afastar a expressão visual da órbita da intuição a aproximá-la mais de um processo operacional de entendimento intelectual e opções racionais (DONDIS, 2000, p.212).

Existem muitos formatos de artes visuais que poderíamos relatar aqui. Por mais natural e relevante que seja sua visibilidade, talvez não percebamos o quanto impregnam, nosso estilo de vida: o vasto universo das charges políticas, os quadrinhos, e o incansável e em permanente transformação design de roupas. Em parte são todas variantes e combinações do modo visual, que influenciam cada um dos aspectos do meio ambiente. Um dos formatos que ultimamente vem adquirindo importância cada vez maior é a ramificação do planejamento urbano que se dá o nome de design ambiental. Embora vivamos muito próximos deles, será que o percebemos? Mais uma vez é preciso perguntar: Quantos de nós vêem?

No futuro não existirão mais os artistas como os de hoje os conhecemos, e como foram definidos como o mundo moderno. As mesmas forças que no início inspiraram ao homem a satisfação de suas necessidades e a expressão de suas idéias, através dos meios visuais, já não são mais prioridade exclusiva do artista. Graças à câmera, mesmo a mais sofisticada criação de imagens se encontra tecnicamente ao alcance de qualquer pessoa. Mas a técnica, a intuição ou o condicionamento cultural, isoladamente, não bastam. Para compreender os meios visuais e expressar suas idéias segundo uma terminologia visual, será preciso

estudar os componentes da inteligência visual, os elementos básicos, as estruturas sintáticas, os mecanismos perceptivos, as técnicas, os estilos e os sistemas. Através de seu estudo, poderemos controlá-los, da mesma forma que o homem aprendeu a entender, a controlar e usar a linguagem. Nesse momento, só então, seremos visualmente alfabetizados (DONDIS, 2000, p.225).

CAPÍTULO 3. MEMÓRIA, COMPREENSÃO, APRENDIZAGEM, MAPAS MENTAIS, CÉREBRO E RACIOCÍNIO



3.1 Memória

A memória é concebida hoje como uma das mais importantes funções cerebrais e está intimamente ligada ao aprendizado e à capacidade de repetir os acertos e evitar os erros já cometidos. No caso da memória visual, por exemplo, tudo tem início com os sinais luminosos captados pela retina. Os impulsos elétricos migram para o nervo óptico e, daí, para o córtex cerebral – a matéria cinza que concentra as funções cerebrais mais evoluídas. O impulso morre, mas a passagem do impulso por um determinado caminho estabelece conexões entre neurônios e possibilita ao cérebro recriar futuramente a imagem.

As sensações vividas podem ser reproduzidas, sempre que se julgar necessário. Os neurônios se incumbem de enviar impulsos elétricos pelo caminho já trilhado. Sons, imagens ou a combinação de estímulos permitem ao indivíduo ativar novamente esses padrões de conexão. A formação e o armazenamento inicial das memórias de fatos e eventos se fazem na região do hipocampo e suas conexões. A amígdala guarda impressões de medo e alerta. O gânglio basal estoca informações de hábitos e habilidades físicas. O cerebelo guarda memória de procedimentos. A memória rápida ocorre no córtex pré-frontal e em suas conexões. A natureza fragmentada dos arquivos de memória permite ao indivíduo refinar suas impressões do passado. Ao mesmo tempo, habilita o homem a selecionar, pela via das emoções e processos químicos a eles relacionados, as memórias que pretende guardar e aquelas que jamais gostaria de restabelecer.

Como em uma imensa biblioteca parcialmente incendiada, o cérebro lesado pode guardar coleções de livros absolutamente intactos.

Você sabia que toda vez que você aprende alguma coisa ou adquire alguma experiência, as células do seu cérebro sofrem uma alteração e essa alteração refletirá em seu comportamento? Por exemplo, se você já passou por uma rua à noite e percebeu que ali haviam pessoas com aparência estranha e perigosa, você

evitará passar por aquela rua novamente. Ou, se uma criança levou um choque ao colocar o dedinho dentro de uma tomada elétrica, ela nunca mais emitirá aquele comportamento. Nestes exemplos, o comportamento foi modificado em decorrência de uma experiência. Cada célula cerebral (ou neurônio) contribui para o comportamento e para a atividade mental, conduzindo ou deixando conduzir impulsos.

Todos os processos da memória são explicados em termos dessas descargas. As alterações celulares decorrentes da aprendizagem e memória são chamadas de plasticidade. Elas se referem a uma alteração na eficiência das sinapses e podem, aumentar a transmissão de impulsos nervosos, modulando assim o comportamento. A experiência pode se dar por uma aprendizagem ativa ou pela convivência em lugares enriquecidos com indivíduos, cores, música, sons, livros, cheiros, etc. Em laboratórios científicos também foi possível demonstrar que ratinhos apresentam um número muito maior de células cerebrais interconectadas umas com as outras quando eles vivem em conjunto em uma gaiola cheia de brinquedos como rodinhas, bolas, etc., do que os ratos que vivem em uma gaiola sozinhos e sem nada para fazer ou aprender.

Alguns dos maiores estudiosos do fenômeno da aprendizagem e memória na década de 40, Donald Hebb, de Montreal, e Jerzy Konorski, da Polônia, foram os primeiros a acreditar que a memória deve envolver mudanças ou aumentos nos circuitos nervosos. Circuitos nervosos são conjuntos de neurônios que se comunicam entre si através de junções denominadas de sinapses. Quando uma célula é ativada, é desencadeada a liberação de substâncias químicas nas sinapses, chamadas neurotransmissores, tornando-as mais efetivas. Pesquisas encontraram que neurônios "exercitados" possuem um número maior de ramificações (dendritos), se comunicando com outros dendritos de outros neurônios. Assim, para que as memórias sejam criadas, é preciso que as células nervosas formem novas interconexões e novas moléculas de proteína. Cardoso

(URL: <http://www.epub.org.br/cm/no1/memo/crescimento.html>, acessado em 20/03/2000).

3.1.1 Tipos de memória

Pense na diferença entre memorizar a data de aniversário de alguns amigos versus aprender a andar de bicicleta. As diversas coisas que aprendemos e lembramos não são processadas sempre pelo mesmo mecanismo neural. Existem diferentes categorias de memórias, entre elas estão:

- memória declarativa (memória para fatos e eventos), por exemplo, lembrança de datas, fatos históricos, números de telefone, etc.
- memória processual (memória para procedimentos e habilidades), por exemplo, a habilidade para dirigir, jogar bola, dar um nó no cordão do sapato e da gravata, etc.

A memória para datas (ou fatos históricos e outros eventos) é mais fácil de se formar, mas ela é facilmente esquecida, enquanto que a memória para aprendizagem de habilidades tende a requerer repetição e prática. Cardoso (URL: <http://www.epub.org.br/cm/no1/memo/crescimento.html>).

3.1.2 Os mecanismos cerebrais da memória

A memória não está localizada em uma estrutura isolada no cérebro; ela é um fenômeno biológico e psicológico envolvendo uma aliança de sistemas cerebrais que funcionam juntos.

O lobo temporal é uma região no cérebro que apresenta um significativo envolvimento com a memória. Ele está localizado abaixo do osso temporal, acima das orelhas, assim chamado porque os cabelos nesta região freqüentemente são os primeiros a ser tornarem brancos com o tempo. Existem consideráveis evidências apontando esta região como sendo particularmente importante para armazenar eventos passados.

O lobo temporal contém o neocórtex temporal, que pode ser a região potencialmente envolvida com a memória a longo prazo. Nesta região também existe um grupo de estruturas interconectadas entre si que parece exercer a função da memória para fatos e eventos (memória declarativa), entre elas está o hipocampo, estruturas corticais circundando-o e as vias que conectam estas estruturas com outras partes do cérebro.

O hipocampo ajuda a selecionar onde os aspectos importantes para fatos e eventos serão armazenados e está envolvido também com o reconhecimento de novidades e com as relações espaciais, tais como o reconhecimento de uma rota rodoviária.

A amígdala, por sua vez, é uma espécie de "aeroporto" do cérebro. Ela se comunica com o tálamo e com todos os sistemas sensoriais do córtex, através de suas extensas conexões. Os estímulos sensoriais vindos do meio externo como som, cheiro, sabor, visualização e sensação de objetos são traduzidos em sinais elétricos, e ativam um circuito na amígdala que está relacionado à memória, o qual depende de conexões entre a amígdala e o tálamo. Conexões entre amígdala e hipotálamo, onde as respostas emocionais provavelmente se originam, permitem que as emoções influenciem a aprendizagem, porque elas ativam outras conexões da amígdala para as vias sensoriais, por exemplo, o sistema visual.

O Córtex pré-frontal exibe também um papel importante na resolução de problemas e planejamento do comportamento. Uma razão para se acreditar que o córtex pré-frontal esteja envolvido com a memória, é que ele está interconectado com o lobo temporal e o tálamo. O que nos faz lembrar de uma detalhada história ocorrida no passado? Como deixamos fluir naturalmente as frases complicadas de longas canções? Por que nunca nos esquecemos de como se dirige um automóvel? Nestes exemplos, a memória surge como um processo de retenção de informações no qual nossas experiências são arquivadas e recuperadas

quando as chamamos. Ela está intimamente associada à aprendizagem, que é a habilidade de mudarmos o nosso comportamento através das experiências que foram armazenadas na memória; em outras palavras, a aprendizagem é a aquisição de novos conhecimentos e a memória é a retenção daqueles conhecimentos aprendidos. Assim, aprendizagem e memória são o suporte para todo o nosso conhecimento, habilidades e planejamento, fazendo-nos considerar o passado, nos situarmos no presente e prevermos o futuro. Cardoso (URL:<http://www.epub.org.br/cm/n01/memo/mecanismos.html>, acessado em 20/03/2000).

Relataremos a seguir as dificuldades no aprendizado da leitura, para que possamos no modelo, através deste parâmetro, traçarmos um paralelo às dificuldades de aprendizado encontradas na representação linguagem visual, através da técnica do sistema bi-projetivo de Monge, que trabalha com imagens bidimensionais em várias orientações, em movimento.

3.2 Dificuldades no aprendizado da leitura

Além das teorias acima citadas é interessante traçarmos mais um paralelo em relação às dificuldades encontradas no aprendizado deste conhecimento. Podemos também compará-lo às dificuldades de entendimento no processo de leitura.

Para entendê-la melhor vamos para uma definição de leitura: “A leitura consiste no conjunto total de inter-relações que o indivíduo estabelece com uma informação simbólica”. É normalmente o componente visual da aprendizagem, consistindo nos sete passos seguintes (Buzan, 1996, p.46):

- Reconhecimento. O reconhecimento que o indivíduo tem dos símbolos do alfabeto. Este passo tem lugar quase que imediatamente antes dos aspectos físicos da leitura.

- Assimilação. O processo físico mediante a qual a luz é refletida da palavra para o olho e transmitida através do nervo óptico para o cérebro.
- Intra- integração. É equivalente a compreensão básica e refere-se à associação de todos os componentes da informação que está a ser lida com todos os outros componentes relevantes.
- A extra-integração. Engloba análise, crítica, seleção e rejeição. É um processo pelo qual o leitor articula o conjunto de seus conhecimentos anteriores com a informação nova que está a ler, efetuando associações apropriadas.
- Retenção. O armazenamento básico da informação. O próprio armazenamento pode constituir um problema. A maioria dos leitores terá tido a experiência de entrar numa sala de exames e a não ser capaz de fazer mais do que manter “armazenados”, grande parte de seus conhecimentos, durante as duas horas de duração do exame! O armazenamento, por si só não é suficiente, necessita do processo de relembrar.
- Relembrar. Consiste na capacidade de recuperar a informação armazenada quando necessário, de preferência sempre que necessário.
- Comunicação. O uso que a informação se destina, imediatamente ou a prazo: inclui a uma subdivisão essencial: o pensamento.

Porque é que existem problemas com a leitura? É compreensível que o leitor pergunte por que é que tantas pessoas experimentam estes problemas.

A resposta prende-se com uma abordagem normalmente utilizada no ensino inicial da leitura, como complemento ao conhecimento limitado que possuímos sobre o cérebro.

O que se pode constatar é que os métodos analítico e global e tantos outros, se limitam a cobrir os estágios de reconhecimento, abrangendo o de assimilação e intra-integração. Tais métodos não tomam em consideração os problemas de

velocidade, tempo, quantidade, retenção, lembrar, seleção, rejeição, apontamentos, concentração, apreciação, crítica, análise, organização, motivação, interesse, aborrecimento, enquadramento, fadiga ou estilo de composição, etc.

Sendo assim é natural que tanta gente tenha problemas.

Cometem-se dois erros principais: Velocidade e Movimento.

Velocidade – mesmo que o olho se move à velocidade de uma linha por segundo, as palavras seriam lidas à razão de 600-700 palavras por minuto (ppm). Como a velocidade média de leitura, mesmo para material que não exija grande concentração, é de 240 ppm, pode concluir-se que mesmo as pessoas que avaliam velocidades mais lentas assumem que conseguem ler com mais rapidez do que de fato o fazem.

Movimento

Se os olhos se movem sobre a matéria de modo suave como descrito acima, descrita, não seriam capazes de ver nada, porque o olho só é capaz de ver as coisas claramente quando as conseguem ‘manter quietas’, paradas. Se determinado objeto está em repouso, o olho também tem de estar para ser capaz de ver, se o objeto movimenta, o olho tem de acompanhar o seu movimento para o ver. Quando os objetos se movem, os olhos movem-se com eles se desejarmos ver claramente.

3.3 Processos de lembrar durante e após a aprendizagem segundo Tony Buzan (1996)

3.3.1 Como lembrar “durante a aprendizagem”

Porque se estima que a maior parte da aprendizagem normal não resulta em 100% de compreensão ou capacidade de lembrar.

Segundo Buzan (1996), nos diz que existem dois padrões o processo de relembrar: “durante o processo de aprendizagem” e “após o processo de aprendizagem”.

Relembrar “durante o processo de aprendizagem” – quando o nível de dificuldades permanece bastante estável. Os testes indicam ainda que recordamos mais dos conteúdos da parte inicial do que da parte final de um período de aprendizagem. Recordamo-nos mais igualmente quando os conteúdos estão associados ou relacionados e ainda mais quando as coisas são extraordinariamente ou únicas (BUZAN, 1996, p.69).

É claro que, em circunstâncias normais e com um nível de compreensão razoavelmente constante, tendemos a relembrar: mais das partes inicial e final dos períodos de aprendizagem: mais os elementos que estão associados por repetição, significado, ritmo, etc.; mais as coisas que são extraordinariamente únicas – o psicólogo que descobriu esta característica foi Von Restorff - ; e menos coisas, das partes intermediárias dos períodos de aprendizagem. Para manter a capacidade de relembrar a um nível razoável, é necessário encontrar um ponto no qual a memória e a compreensão estão em maior harmonia. Normalmente, este ponto verifica-se num período de tempo que varia entre 20 e 50 minutos. Um período de tempo mais curto não proporciona ao cérebro tempo suficiente para apreciar o ritmo e organização do material, resultando os períodos mais longos no declínio contínuo da capacidade de recordar.

Se uma aula, a leitura de um livro, ou a atenção a prestar, a um órgão de informação, são supostos durar duas horas, é bem melhor providenciar intervalos breves ao longo desse espaço de tempo. Desta forma a curva de memorização pode ser mantida elevada, evitando-se a sua queda durante as fases finais de aprendizagem. Os pequenos intervalos assegurarão oito pontos relativamente elevados de memorização, com quatro pequenas quedas no meio. Cada uma destas quedas será menor do que a grande queda que se verificaria caso não se

fizessem os intervalos. Os intervalos são igualmente úteis como momentos de descontração. Libertam-nos da tensão muscular e mental que inevitavelmente se acumula durante períodos de concentração.

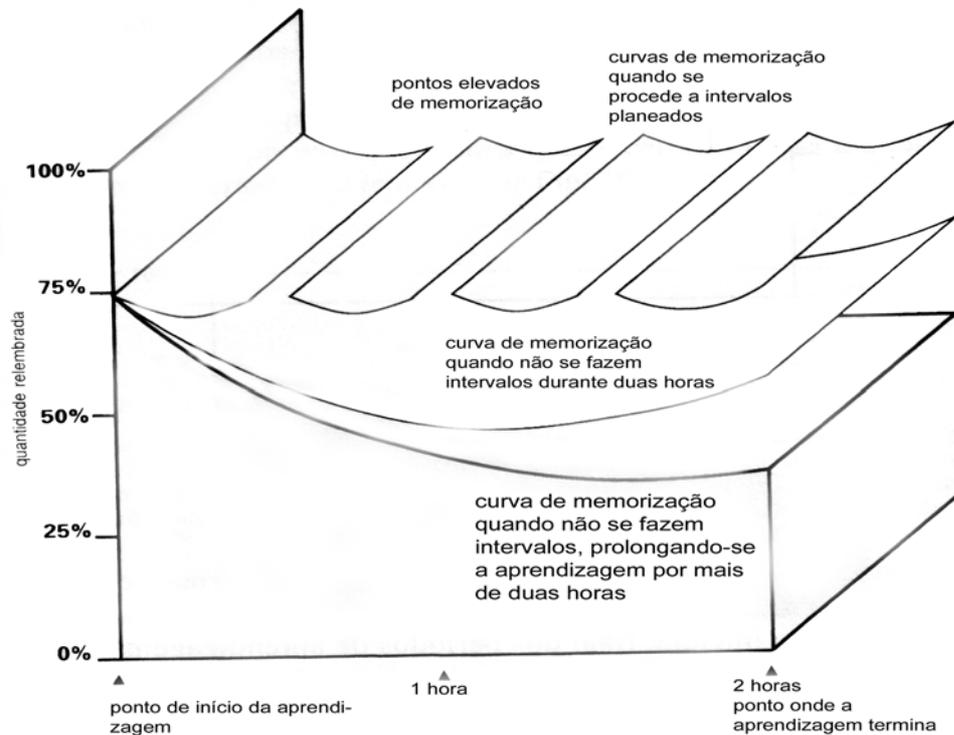


Figura 3. 1:Relembrar durante a aprendizagem – com e sem intervalos.

Um período de aprendizagem entre 20 e 50 minutos resulta na melhor relação entre a compreensão e a memorização (Buzan, 1996, p.70)

3.3.2 Como relembrar “após o período de aprendizagem”

A capacidade de relembrar após o período de aprendizagem aumenta inicialmente, só decaindo posteriormente, seguindo uma curva de queda, que acaba por nivelar.

O declínio que se verifica após o aumento é o ‘pico’ – passadas 24 horas sobre um período de aprendizagem de uma hora, pelo menos 80% da informação mais detalhada é perdida.

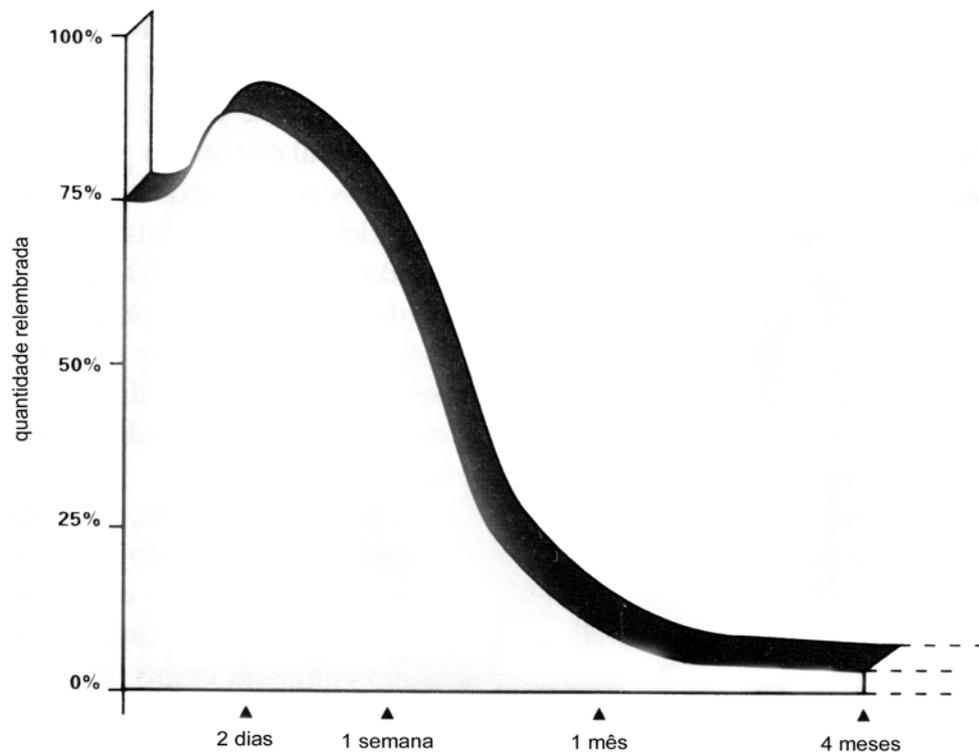


Figura 3. 2: Gráfico mostrando como a capacidade humana de lembrar aumenta durante o pequeno período de tempo após a aprendizagem, caindo rapidamente – 80 % dos detalhes são esquecidos em 24 horas (Buzan, 1996, p.73)

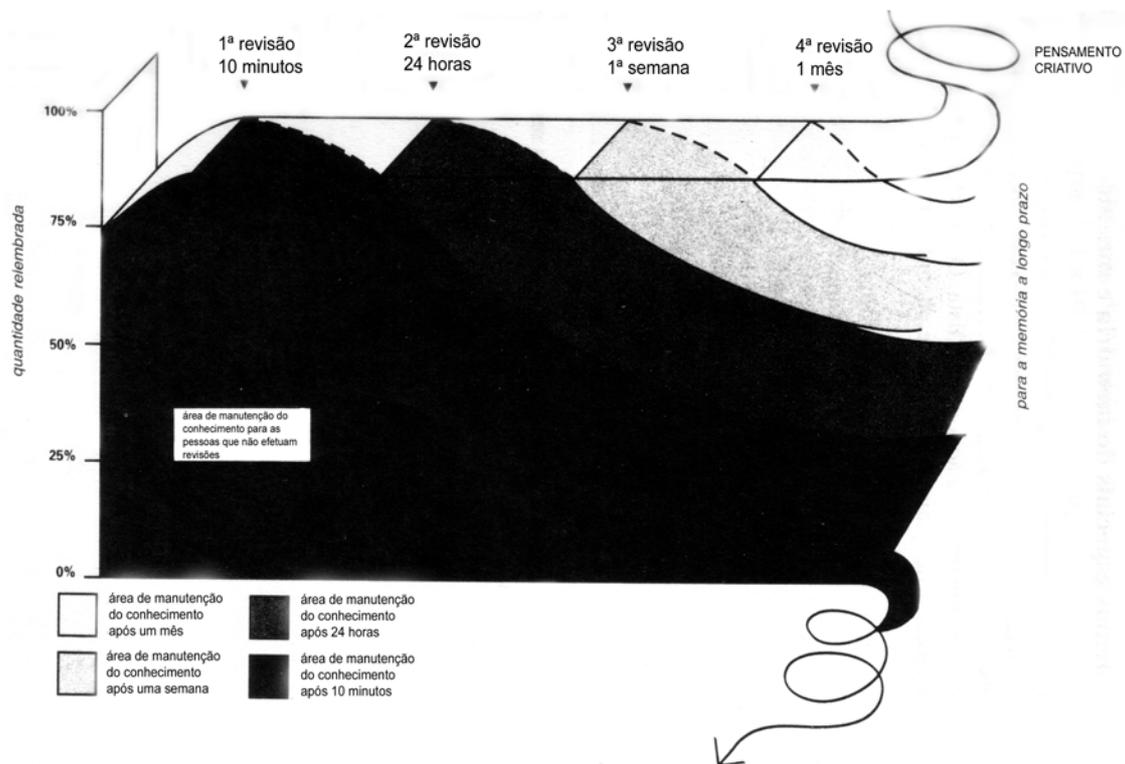
Esta enorme perda pode ser evitada recorrendo ao uso de técnicas adequadas de revisão.

Este padrão de resultado mostra que a memória e a compreensão, não funcionam exatamente da mesma maneira à medida que o tempo passa – todas as palavras que foram compreendidas, mas só algumas é que foram recordadas. A diferença entre o modo como funcionam a memória e a compreensão ajudam-nos a entender porque é que tantas pessoas não são capazes de recordar muito material, após horas de aprendizagem. A explicação é a de que a capacidade para recordar tende a diminuir progressivamente à medida que o tempo passa, a

menos que o cérebro possa desancar durante breves períodos de tempo (BUZAN, 1996, p. 68).

3.4 Memória – teoria e técnicas de revisão

Se os processos de revisão forem organizados adequadamente, é possível modificar o gráfico 23, no sentido de manutenção da capacidade de lembrar no ponto elevado que se alcança pouco tempo depois de terminadas às experiências de aprendizagem. Para alcançar este objetivo é necessário recorrer a um padrão programado de revisão, no qual cada revisão é feita exatamente antes de se verificar a queda da capacidade de lembrar. Por exemplo, a primeira revisão deve ter lugar cerca de 10 minutos após o período de aprendizagem de uma hora, devendo durar também 10 minutos. Esta estratégia manterá elevada a capacidade de lembrar durante aproximadamente um dia, momento em que se deve verificar a próxima revisão, desta vez com duração de 2 a 4 minutos. Depois deste segundo período de revisão a capacidade de lembrar será mantida durante aproximadamente uma semana, sendo conveniente proceder à outra revisão de 2 minutos após este período de tempo, seguida de última revisão, decorrida cerca de um mês. Depois deste período de tempo, o conhecimento estará alojado na “Memória a Longo Prazo”. Isto significa que este conhecimento particular será tão familiar como o de um número de telefone pessoal, necessitando de uma ativação mínima para ser mantido (BUZAN, 1996, p. 73).



3.3: Revisão adequadamente efetuada (Buzan, 2000, p.75)

A primeira revisão, particularmente, quando se tiraram os apontamentos, deve consistir numa revisão apurada dos apontamentos feitos, o que pode significar descartar e substituir aos apontamentos originais por uma versão final revista. A segunda, terceira e quarta, etc., sessões de revisão, devem assumir a forma seguinte: sem consultar os apontamentos finais. Escreva numa folha de papel tudo aquilo que se consegue lembrar. Depois, compare o que escreveu com a versão final dos apontamentos, procedendo quaisquer correções ou acréscimos considerados necessários.

Tanto os apontamentos quanto às correções devem ser executados em termos de Mapas Mentais, que serão mencionados mais à frente.

Um dos aspectos mais significativos de uma revisão bem executada é o efeito acumulativo que ela exerce em todos os aspectos da aprendizagem, pensamento e memória. Uma pessoa que não proceda a revisões encontra-se numa situação

de grande desvantagem, despendendo inutilmente o seu esforço em qualquer tarefa de aprendizagem.

Sempre que aborda uma nova situação de aprendizagem, a sua capacidade para relembrar o conhecimento previamente adquirido estará a um nível muito baixo, não se verificando as associações que, de outra forma se fariam automaticamente. Isto significa que só a capacidade de compreensão do novo material não será tão completa quanto poderia ser, mas também que sua eficácia e velocidade relativamente ao novo material serão igualmente menores. Este processo resulta numa espiral descendente que leva a pessoa a um desespero por nunca ser capaz de aprender nada – de cada vez que se aprende algo novo, a pessoa esquece-se, tornando-se o processo de aprendizagem mais penoso. O resultado é o de muitas pessoas, após terminarem seus estudos formais, raramente, alguma vez volta a ler livros de estudo (BUZAN, 1996, p.74).

Não proceder às revisões é igualmente negativo para a memória geral. Caso se negligencie cada novo elemento de informação, este não permanecerá a nível consciente, impossibilitando o estabelecimento de novas conexões de memória. Como a memória é um processo baseado nas conexões e associações, quanto menos elementos presentes no ‘banco de memória’, menor serão as possibilidades que os novos elementos têm de ser registrados e associados com os outros.

Ao contrário, as vantagens da revisão são enormes. Quanto mais fizer pela manutenção do seu corpo atual de conhecimentos, mais informação será capaz de absorver. Quando estudamos, a quantidade crescente de conhecimento que vai tendo à disposição permitir-lhe-á lidar com o novo conhecimento com muito maior facilidade; cada nova peça de informação será absorvida em função do contexto da informação relevante que já possui (ver fig. 24). Este processo é muito semelhante àquilo que se passa com a tradicional bola de neve que rola, no

qual esta cresce rapidamente quanto mais rola, continuando a rolar em função do seu próprio ímpeto (BUZAN, 1996, p. 74).

Para ampliar nossa memória é necessário que as palavras estejam fortemente associadas. As imagens de associação devem permanecer a uma ou a várias das seguintes categorias, segundo Buzan (1996, p.80-81):

- Sinestesia – refere-se à combinação dos sentidos: A visão, a audição, o olfato, o gosto, o tato, a cinestesia – consciência da postura corporal e movimentação no espaço.
- Movimentação – A movimentação acrescenta grande conjunto de outras possibilidades de associação para o cérebro. Quando suas imagens se movimentam, transformam-se em imagens tridimensionais.
- Associação – não importa o que queira memorizar, assegure-se de que o associar com algo que seja estável no seu meio mental.
- Sensualidade – temos uma memória perfeita neste campo.
- Humor – Quanto mais divertidas, mais surreais, forem as imagens, mais serão lembradas.
- Imaginação – Einstein afirmou: “A imaginação é mais importante do que o conhecimento. Porque o conhecimento é limitado, enquanto a imaginação abarca o mundo inteiro, estimulado o progresso e dando origem à evolução”.
- Número – acrescenta especificidade e eficiência ao princípio da ordem e da seqüência.
- Simbolismo – Substituir uma imagem por outra mais significativa aumenta a probabilidade de lembrar.
- Colorido – Sempre que possível use cores, fazendo suas idéias mais coloridas e conseqüentemente mais lembráveis.
- Ordenação e/ou seqüência – Conjuntamente com outros princípios a ordenação e/ou seqüência permite uma referência muito mais imediata, aumentando a possibilidade do cérebro proceder a um acesso aleatório. O uso alargado de ordenações e de seqüências permitir-lhe-á desenvolver

Matrizes de Memória, tal como a Matriz de Auto-Optimização do Domínio de Memória, capacitando-o a memorizar mais de 10 000 elementos de informação (consulte *Master Your Memory*).

- Positividade – imagens positivas e agradáveis são preferíveis em termos de memória. Isto porque fazem com que o cérebro ‘queira’ voltar a elas. Algumas imagens negativas, ainda que recorrendo a todos os princípios anteriores, e apenas de poderem ser bastante memoráveis, podem encontrar-se bloqueadas porque o cérebro ‘considera’ desagradável voltar a elas.
- Exagero – O exagero no tamanho, a forma e som ajuda na memória. Como podemos ver, a memória é essencialmente um processo de ligações e associações, que depende em grande parte, de ‘palavras e conceitos-chave’ adequadamente imaginados.

Ainda que o capítulo Memória esteja chegando ao fim o capítulo a seguir relativos aos Mapas Mentais, estão estreitamente ligados com os processos de recordar e relembrar.

3.5 Mapas mentais

3.5.1 A natureza multiordenada das palavras – palavras-chave – versus apontamentos segundo Tony Buzan (1996)

Todas as palavras são ‘multiordenadas’, o que quer simplesmente dizer que cada palavra é um pequeno núcleo dotado de muitos ganchos pequenos. Cada gancho pode ligar-se a outras palavras, processo que empresta ao novo par de significados ligeiramente diferentes. Exemplo: a palavra ‘meia’ engancha-se de forma diferente em “uma dose e meia” e em “tem uma malha na meia”.

Para além da natureza multiordenada das palavras, todos os cérebros são diferentes, como foi mostrado anteriormente, o número de conexões que um

cérebro pode estabelecer no seu interior é virtualmente infinito. A vida de cada pessoa individual é igualmente diferente de todas as outras pessoas – mesmo que duas pessoas se entreguem conjuntamente à ‘mesma experiência’, encontra-se em mundos diferentes. De igual modo, as cadeias associativas de palavras de determinada pessoa serão diferentes das de todas as outras. Mesmo uma simples palavra como ‘folha’ produzirá diferentes conjuntos de imagens para cada pessoa que lê ou ouve – uma pode imaginar verde, outra prefere castanho (outono); o jardineiro, as diferentes emoções associadas com o prazer de ver as folhas crescer e o pensamento de ter que apanhá-las quando acabarem por cair, etc. Poderia continuar fazendo associações sem conseguir esgotá-las quando se pensa em folhas (BUZAN, 1996, p.95).

Tal como a pessoa vê as suas imagens pessoais de uma forma particular, também o cérebro é, dada a sua natureza, criativo e organizador de sensações. Tem tendência a entreter-se com ‘histórias interessantes, quando como, por exemplo, nos entregamos a um sonho acordado ou a dormir.

Buzan (1996) nos diz que a razão do fracasso do processo de relembrar é que o cérebro seleciona ganchos associativos mais óbvios, mais geradores de imagens ou ainda mais significativos. Quando cada palavra ou cada frase multiordenada, for levado para um caminho mais determinado pelo processo criativo do que pelo processo de relembrar, acaba por construir uma história interessante, mas que nada tem a ver com a história original.

A palavra-chave para relembrar forçaria o cérebro a preceder à seqüência de associações correta, permitindo-lhe recriar a história, ainda que para todos os efeitos práticos ele tivesse sido esquecida.

O essencial do processo de relembrar é da mesma natureza do Conceito-chave. Não se trata ao contrário do que se presume, de um processo de correspondência palavra por palavra. Quando as pessoas descrevem livros que leram ou lugares

que visitaram, não o fazem “relendo” o que se encontra na memória. Procedem a uma revisão dos conceitos-chave que esquematizam as personagens, locais e acontecimentos principais acrescentando-lhes detalhes descritivos. De forma semelhante a única palavra ou frase-chave despolará todo o conjunto de experiências e sensações. Pense, por exemplo, no conjunto de imagens que lhe surgem na mente quando lê a palavra “criança”.

Como é que a existência destes fatos relativos à importância dos Conceitos-Chave para o processo de relembrar pode influenciar a nossa atitude face ao modo de tirar apontamentos?

O termo-nos habituado tanto a falar e escrever palavras levou-nos a considerar erradamente que a estrutura normal das frases é a melhor forma para relembrar imagens e idéias verbais. Desta forma a maioria dos estudantes, mesmo os mais avançados tiram apontamentos de um modo literal.

Os novos conhecimentos, relativos aos conceitos-chave e ao processo de relembrar tem mostrado que neste tipo de apontamentos, 90% das palavras são desnecessárias para o processo de relembrar. Este número, assustadoramente elevado, torna-se mais assustador quando observamos mais detalhadamente o que se passa com os apontamentos tradicionais:

- Perde-se tempo quando se regista palavras que não auxiliam a memória – perda calculada – 90%.
- Perde-se tempo relendo as palavras desnecessárias – perda calculada de – 90%.
- Perde-se tempo à procura das Palavras-Chave para Relembrar, dado que estas normalmente não se distinguem das outras palavras, tentando a misturar-se com elas.
- As associações entre as palavras são interrompidas pelas palavras que as separam. Funcionando a memória por associações mais fracas.

- As Palavras-Chave para Relembrar encontram-se temporariamente entremeadas pelas outras Palavras ou Frase-Chave serão necessários, pelo menos alguns segundos para chegar à próxima. Quanto maior for o espaço de tempo que medeia entre as associações, menores as hipóteses de estabelecimento de associações adequadas.
- A Palavra-Chave para Relembrar encontram-se separadas no espaço pela distância existente, na página entre elas. Tal como na questão relativa de tempo quanto maior for à distância que as separa, menores as hipóteses de estabelecimento de associações adequadas (BUZAN, 1996, p.98).

Porém este processo de recordar e de relembrar está estreitamente ligado ao Mapeamento Mental.

3.5.2 As leis ou as normas dos Mapas Mentais

3.5.2.1 Uma história linear do discurso e da palavra

Durante as últimas centenas de anos o senso comum pensou que a mente humana funcionava de forma linear, em jeito de elaboração de listas. A justificativa desta crença tinha essencialmente que ver com a confiança crescente nas duas formas privilegiadas de comunicação, o discurso verbal e a palavra impressa.

No discurso verbal encontramos-nos limitados pela própria natureza do espaço e do tempo, a falarmos e a ouvirmos uma palavra de cada vez. Desta forma o discurso verbal era entendido como um processo linear entre as pessoas.

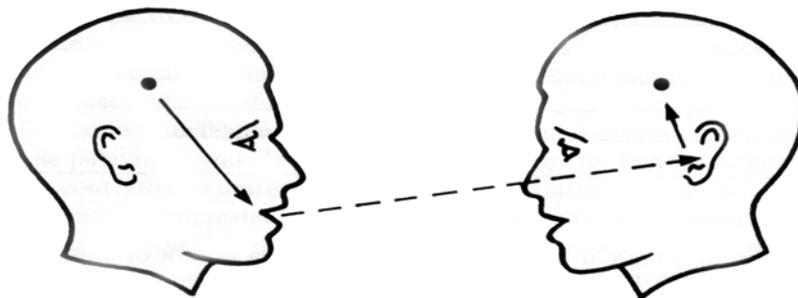


Figura 3.4: Discurso entendido como processo linear (Buzan, 1996, p.101)

Por sua vez, a palavra impressa era entendida de uma forma ainda mais linear. Não só as pessoas eram obrigadas a 'absorver' unidades impressas de forma consecutiva, como também o material impresso que se encontrava distribuído na página, em série de linhas e colunas.

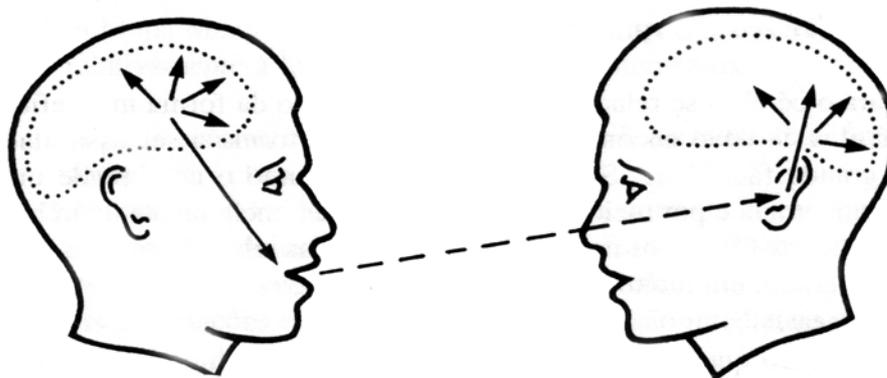
Esta ênfase na linearidade estendeu-se aos processos de escrita e de tiragem de apontamentos. Virtualmente todas as pessoas eram, e ainda são, treinadas na escola a tirar apontamentos em forma de frases ou listas verticais. A aceitação desta forma de pensar dura a tanto tempo que muito pouco foi feito para erradicar. Contudo, os resultados recentes da investigação mostram, ao invés, que o cérebro é muito mais multidimensional e elaborador de padrões, sugerindo erros grosseiros na perspectiva tradicional relativa ao discurso e palavras impressos.

A posição que defende que o cérebro funciona de forma linear devido aos padrões verbais associados, não toma em consideração, tal como os defensores da natureza absoluta dos testes de inteligência, a natureza do nosso organismo. É fácil argumentar que quando as palavras 'viajam' de uma pessoa para outra o fazem, de forma linear, mas não é esta questão principal: como é que o cérebro que fala e o cérebro que recebe as palavras lidam com elas internamente?

A resposta com toda a certeza é a de que o cérebro, não lida com elas em termos de linhas ou listas simples. Pode verifica-lo, considerando a forma como o seu próprio processo de pensamento funciona quando está a conversar com outra pessoa. Observará que, ainda que consiga produzir uma seqüência linear de palavras, um processo contínuo e imensamente complexo de escolha e seleção está a ter um lugar na sua mente, ao longo de toda a sua conversa. Misturam-se e inter-relacionam-se redes completas de palavras, para tornar possível a comunicação de um significado particular ao auditor.

De modo semelhante, o auditor não se limita a observar uma longa lista de palavras, recebe cada palavra no contexto das outras palavras que a circundam. Entrega-se simultaneamente, a emprestar à natureza multiordenada das palavras a sua interpretação especial, que é ditada pela estrutura de seus padrões de conhecimento pessoal, e ainda analisar, codificar e criticar durante todo este processo (BUZAN, 1996, p.103).

O mais importante para a compreensão do modo como nos relacionamos com as palavras é a rede no interior da mente, e não a mera ordem de apresentação das palavras.



*Figura 3.5 Rede interior da mente e não a mera ordem de apresentação das palavras
(Buzan, 1996, 103).*

Podemos, já ter observado, pessoas que reagem de forma súbita e negativa a palavra de que gosta ou lhe parecem inofensivas. Elas reagem desta maneira porque as associações que fazem relativamente a estas palavras são diferentes das suas. A posse destas informações permitir-lhe-á compreender de forma mais clara a natureza das conversas, dos acordos e dos mal entendidos.

A mesma posição de linearidade relativamente à palavra impressa é igualmente inaceitável. Independente do fato de sermos orientados a ler as unidades de informação uma após a outra, de estas serem apresentadas em linhas e de, conseqüentemente, escrevemos e tiramos apontamentos em linhas, este formato

linear não é necessário para a compreensão, constituindo, em muitas instâncias, uma desvantagem.

O cérebro é perfeitamente capaz de assimilar informações que não é linear. De fato, no dia-a-dia, é isto que ele mais faz ao observar todas as coisas que nos rodeiam, o que inclui formas comuns e não lineares de material impresso: fotografias, ilustrações, diagramas, etc. Só a excessiva confiança na informação linear, característica da nossa sociedade, é que pode ter obscurecido este fato.

O caráter não linear do nosso cérebro é igualmente ilustrado, pelos resultados recentes da investigação no campo da bioquímica, fisiologia e psicologia. Cada uma destas áreas de investigação tem vindo a descobrir, com algum agrado e surpresa, que o cérebro não só é linear, mas também que ele é tão complexo e tem tantas inter-conexões, que garante séculos de excitante investigação e exploração (BUZAN, 1996, 104).

3.6 Como o cérebro humano tem sido governado – por quê o desempenho não se iguala ao potencial.

Apesar do acúmulo crescente de comprovações científicas, um número bastante grande de pessoas, continuam cépticas, relativamente, às potencialidades do cérebro. Por quê o cérebro é tão pouco utilizado. Se perguntássemos as pessoas pertencentes aos mais variados ramos de atividade, com o objetivo de determinar porque o cérebro continua tão pouco utilizado, talvez saberíamos a resposta.

- Aprendeu alguma coisa na escola relativamente ao cérebro e como a compreensão de suas funções poderia auxiliar na aprendizagem, memorização e pensamento?
- Ensinarão-lhe alguma coisa relativamente à forma como funciona sua memória? Alguma técnica de memorização? Ou metodologia?
- E algo como seus olhos funcionam quando está em processo de aprendizagem, bem como utilizar o conhecimento em benefício próprio?

- E algo sobre o domínio das técnicas como elas podem aplicadas nas diferentes disciplinas?
- E algo como a concentração e como mantê-la sempre que necessário?
- Como criar um estímulo motivacional, como ela afeta nossas capacidades?
- Algo sobre a natureza das palavras e conceito-chave, e o modo como eles se relacionam com a escrita e com a imaginação?
- Algo sobre o processo de pensamento e criatividade?

Após a estas perguntas acreditamos, que cada um de nós, já sabemos a razão pela qual, os nossos desempenhos não correspondem sequer ao nosso potencial mínimo. É que não nos é prestada, nenhuma informação sobre aquilo que somos, ou sobre a forma como podemos otimizar a utilização das nossas capacidades inatas.

Buzan (1996, p. 43) nos diz que “a razão pela qual os sistemas educacionais de todo o mundo atribuem tão pouco tempo ou quase nada, ao ensino do modo como aprendemos é a de que, enquanto espécie, não compreendemos ainda os princípios fundamentais do funcionamento desse biocomputador”. E continua, utilizando a seguinte metáfora relativa aos computadores: “ainda não conhecemos nem o *software* nem o *hardware* do nosso cérebro”.

3.7 A complexidade da organização cerebral

A cidade cerebral tem cruzadas e entrelaçadas vias expressas, tem avenidas, ruas e becos. São feixes de nervos que permitem ao eventual visitante deslocar-se rapidamente por seus "bairros" e conhecer as modernas usinas processadoras de informações. O conjunto "urbano" é formado por quatro estruturas interligadas: a medula espinhal, a soma do tronco cerebral e do cerebelo, o diencéfalo e os hemisférios cerebrais. A medula espinhal tem funções apenas indiretamente ligadas às atividades nervosas superiores. É como um município autônomo, porta de entrada para o interior do "país", o corpo humano. O tronco cerebral (bulbo,

ponte e mesencéfalo) é o pólo fabril dedicado a exercer efeito modulador sobre os neurônios corticais. Humor e concentração, por exemplo, dependem dessa função. O cerebelo é um núcleo dedicado a múltiplas atividades, entre elas o equilíbrio e a coordenação.

O diencefalo é um importante centro coordenador de funções, formado pelo tálamo e o hipotálamo. O primeiro consiste em uma massa cinzenta que processa a maior parte das informações destinadas aos hemisférios cerebrais. É uma grande estação de elaboração dos sentidos. O hipotálamo mistura as funções de um posto de gasolina e de um complexo CPD. Regula a função de abastecimento do sistema endócrino e processa inúmeras informações necessárias à constância do meio-interno corporal.

Coordena, por exemplo, a pressão arterial, a sensação de fome e o desejo sexual. O hipocampo é um grande banco de dados. Nele, milhares de "neurônios" bibliotecários armazenam registros de fatos e eventos. As informações ali guardadas servem para regular a atividade de várias outras áreas do cérebro. A região conhecida como amígdala também trabalha na seleção de dados e ainda dispara sinais de alerta quando reconhece um perigo ou situação de ameaça.

Na grande cidade do pensamento, os hemisférios cerebrais são o que há de mais moderno. Todo neurônio gostaria de trabalhar ali. Seja nos gânglios basais, na substância branca ou no córtex cerebral. São essas centrais que comandam as atividades mais evoluídas do cérebro e distinguem o homem dos outros animais. O hemisfério esquerdo controla o lado direito do corpo, enquanto o hemisfério direito controla o lado esquerdo. De muitas formas, cada hemisfério é um espelho do outro, mas há especializações no trabalho. Em muitos indivíduos, as principais áreas que controlam o desenvolvimento e uso da linguagem estão do lado esquerdo. Ao mesmo tempo em que o hemisfério direito concentra áreas dedicadas ao processamento da visão tridimensional. O córtex ocupa o andar mais alto dos "prédios" dos hemisférios. São uma capa de substância cinzenta de

0,3 centímetros de espessura. Seus sulcos e fissuras definem as regiões do lobo frontal, temporal, parietal e occipital. O lobo frontal é um lugar para trabalhadores altamente especializados, cultos e íntegros. Concentra-se alí uma enorme variedade de importantes funções, incluindo o controle de movimentos e de comportamentos necessários à vida social humana, como a compreensão dos padrões éticos e morais e a capacidade de prever as conseqüências de uma atitude. O lobo parietal recebe e processa informações dos sentidos, enviadas pelo lado oposto do corpo. O lobo temporal é um moderno estúdio que acolhe desde grandes orquestras até grupos de Axé Music: está permanentemente envolvido em processos ligados a audição e a memorização. O lobo occipital é uma espécie de central cinematográfica, o centro que analisa as informações captadas pelos olhos e a interpreta mediante um intrincado processo de comparação, seleção e integração.

Na superfície medial do hemisfério cerebral, encontra-se o corpo caloso, um feixe de 200 milhões de fibras nervosas que une os dois hemisférios. Uma espécie de ponte entre os dois arranha-céus da mente. Mesmo apresentando regiões extremamente especializadas, uma boa área do córtex não é utilizada em funções sensoriais ou motoras, atuando em complicadas atividades mentais. É uma área secreta, de segurança, onde não são permitidas visitas públicas.

Para que o cérebro desenvolva todo seu potencial, é preciso que seja estimulado, provocado, trabalhado em suas centrais de comunicação. Nos primeiros anos de vida, o exercício de "musculação" mental garante o desenvolvimento das fibras nervosas capazes de ativar o cérebro e dotá-lo de habilidades. Os primeiros quatro anos da criança são particularmente fundamentais para a estruturação das funções cerebrais. Um bebê que passe deitado, sem estimulação física, a maior parte do primeiro ano de vida certamente apresentará sérias anomalias em sua evolução. Muitos não conseguem se sentar antes de 21 meses e 85% deles não conseguem andar antes de três anos de idade.

3.7.1 O cérebro e seu mapeamento mental

Para o cérebro se relacionar com a informação da forma mais eficaz possível, esta deve encontrar-se estruturada da forma a ser assimilada com grande facilidade. Segue-se que, funcionando o cérebro de uma forma integrada e por meio de interligações e, essencialmente, com base nos Conceitos-Chave os nossos apontamentos e as relações entre as palavras deveriam em muitos casos, estar organizado através de Mapas Mentais e não da forma linear.

3.8 Mas o que é Mapa Mental?

Segundo (<http://www.portalcursos.com.br/mapamental.htm>, acessado em 20/06/2003), o método de mapa mental foi desenvolvido por Tony Buzan, um famoso especialista inglês na área de desenvolvimento mental. Ele descobriu que nossa mente tem tendência natural de lembrar:

- Um formato ou desenho com facilidade;
- Tem habilidade de lembrar palavras chaves extraídas de um texto;
- Tem habilidade natural de pensar de numa forma genealógicamente.

A habilidade para organizar informações de muitas fontes em uma ordem lógica se tornou fator mais importante para a sobrevivência neste mundo moderno de informações. O cérebro humano está dividido em dois hemisférios quando cada hemisfério possui sua própria natureza e pode processar informação que inicialmente parece não ter nenhum padrão ou ordem. Porém o cérebro tem a habilidade de processar informação visual de forma muito mais eficaz.

3.8.1 Benefícios

- Este é o método mais favorável e agradável para organizar pensamentos com respeito à natureza multidimensional e caótica da atividade do cérebro

do ser humano. Por quê? Porque podemos ver o quadro inteiro e não apenas pedaços e fragmentos de idéias espalhadas.

- Mapas mentais melhoram naturalmente sua habilidade de pensar de forma sistemática, assim aumentando a sua eficiência da atividade do cérebro naturalmente.
- Mapas mentais naturalmente melhoram sua memória, concentração, inovação e criatividade.
- Melhora a sua compreensão da relação entre fatos.
- Melhora a análise estrutural e teórica dos tópicos complicados.
- Mapas mentais nos ajudam a absorver e processar informações mais rápido numa forma fácil.

3.8.2 Aplicações

- Criar vários tipos de relatórios.
- Pode ser usado para organizar pensamentos.
- Pode ser aplicado para análise a correlações dos departamentos em um plano empresarial.
- Pode ser usado para planejar um novo projeto efetivamente junto com a agenda cronometrada de tarefas.
- Pode melhorar a efetividade de qualquer reunião organizando os minutos.
- Pode ser usado para preparar notas para um discurso.
- Pode ser usado para priorizar objetivos múltiplos em um projeto.
- Pode ser aplicado para fazer um mapa estrutural de uma empresa
- Pode ser usado para fazer um plano de qualquer tipo de projeto.
- É usado para a apresentação dos resultados de um projeto.
- Planejar um site de internet numa forma genealógica.
- Organizar vários arquivos no computador e categorias e assuntos diferentes.
- Pode conectar várias formas de arquivo relativo a um projeto a um mapa.
- É útil planejar eventos, festas.

- Um relatório pode ser mais útil e forma de mapa do que em forma de documento.
- Excelente para escrever um livro, mapeando os capítulos numa forma genealógica.
- Excelente para escrever um roteiro ou script de uma dramatização ou filme, e, tantas outras aplicações que poderíamos ficar descrevendo.

3.8.3 Como desenvolvê-lo

Melhor do que iniciar no topo e prosseguir no sentido vertical com frases ou listas, é iniciarmos no centro, com a idéia principal, e fazer ramificações, em função das idéias individuais e forma global do tema central.

Um Mapa Mental como o representado na figura 31, tem várias vantagens relativamente à forma linear de tirar apontamentos.

- A parte central, contendo a idéia principal, encontra-se definida de forma mais clara.
- A importância relativa de cada idéia encontra-se claramente assinalada. As idéias mais importantes encontram-se mais perto do centro e as menos importantes, mais afastadas.
- As associações entre os Conceitos-Chave são imediatamente identificáveis, dada a sua proximidade e conexões.
- Como resultado dos pontos anteriores, os processos de relembrar e de revisão serão mais rápidos e eficazes.
- A natureza da estrutura permite facilmente adicionar novas informações sem necessidade de grandes arrumações.
- Cada mapa terá um aspecto diferente de todos os outros. Isso auxiliará a memória.
- Nas áreas mais criativas dos apontamentos, tal como a elaboração de trabalhos escritos, a natureza 'aberta' do mapa permitirá ao cérebro proceder às novas conexões com maior rapidez.

3.9. Mapas mentais e os hemisférios: esquerdo e direito

É útil, de momento, considerar o modo como os resultados recentes da investigação do cérebro corroboram as questões levantadas até o momento. À luz do fato, de que o cérebro lida melhor com a informação organizada de forma adequada, considerando os hemisférios esquerdo e direito, é levada a cabo por Roger Sperry, Robert Ornstein e Eran Zaidel (BUZAN, 1996).

Estas investigações, por si só, levar-nos-iam a concluir que as técnicas de organização do pensamento e de elaboração de apontamentos efetuadas com o objetivo de satisfazer as necessidades do cérebro como um todo, deveriam incluir não só palavras, mas também números, ordenação, seqüência e linhas, e ainda cores, imagens, dimensão, símbolos, ritos visuais, etc.: por outras palavras Mapas Mentais.

Independentemente da perspectiva com que abordaremos a questão, seja em função da natureza das palavras e da informação, do processo de lembrar, dos modelos holográficos do cérebro, ou ainda dos resultados recentes da investigação, a conclusão final é sempre a mesma: “para utilizar as capacidades do cérebro em sua totalidade é necessário tomar em consideração cada um dos elementos que constituem o todo, integrando-o de uma forma articulada (BUZAN, 1996, p.117).

A natureza dos Mapas Mentais está intimamente associada com as funções do cérebro, podendo estes ser utilizados praticamente em todas as atividades e que estejam envolvidos os processos de pensamento, memória, planejamento ou criatividade, dentre elas discursos, artigos, reuniões, aulas e etc.

3.10 Mapas Mentais para aulas

Ao tirar apontamentos, particularmente para as aulas, é importante lembrar que as Palavras-Chave e as imagens são, basicamente, tudo o que é necessário. É igualmente importante ter presente que a estrutura final não se tornará aparente até ao final. Deste modo, quaisquer apontamentos intermediários serão provisórios. As primeiras palavras que surgem podem parecer bastante desconexas, até que o tema da aula se torne claro. É necessário compreender o valor dos apontamentos “confusos” *versus* os “claros”, porque muitas pessoas se sentem apreensivas ao ver uma página de apontamentos não lineares, rabiscadas e com setas, a desenvolver-se a sua frente. Os apontamentos “claros” são aqueles tradicionalmente organizados de uma forma ordeira e linear. Os apontamentos “confusos” são aqueles que aparecem desorganizados e “espalhados” por toda a página. Repare-se que a palavra “confusos” no presente contexto refere-se ao aspecto e não ao conteúdo.

Na tomada de apontamentos o essencial é o conteúdo e não o aspecto. Os apontamentos que parecem “claros” são, em termos de informação, confusos. A informação principal se encontra, muitas vezes aparece, disfarçada, sem conexões e entremeada por palavras irrelevantes do ponto de vista informacional. Os apontamentos que parecem “confusos” são, do ponto de vista informacional, muito claros. Mostram de imediato os conceitos mais importantes, as associações e, ao mesmo tempo em alguns casos, as eliminações e as objeções.

De qualquer modo, em sua forma final, os apontamentos elaborados em termos de Mapas Mentais são normalmente claros, não sendo necessários, habitualmente, mais de dez minutos para arrumar numa folha de papel os apontamentos de uma hora. A reconstrução do Mapa Mental final é um exercício produtivo, particularmente se o período de aprendizagem foi organizado de forma adequada, segundo os princípios da revisão.

Uma das vantagens adicionais dos Mapas Mentais, particularmente no tocante à elaboração de apontamentos e as comunicações, é a de que o indivíduo é ativado e continuamente mantido envolvido na compleição da estrutura total, em vez da habitual exclusiva estrutura de “acabar”. Este envolvimento, mais completo, levará a um funcionamento muito mais crítico e analítico, a um nível superior de integração, a uma maior capacidade de relembrar e a uma compreensão global (BUZAN,1996).

“Os Mapas Mentais são “fotografias” exteriores das complexas inter-relações do pensamento, em qualquer momento no tempo. Permitem ao cérebro “ver-se a si próprio, com maior clareza, otimizando todo o espectro das suas capacidades de pensamento: acrescentarão competência e satisfação crescente à sua vida”. (BUZAN,1996, p.120).

Ao utilizar Mapas Mentais em vez dos métodos mais lineares, devemos seguir as leis apresentadas abaixo:

- Inicie com uma imagem central apelativa. Uma imagem “vale mais do que mil palavras” encoraja um pensamento criativo e aumenta, simultaneamente, a capacidade da memória;
- Imagens espalhadas pelo Mapa Mental. O mesmo que para o nº 1 e ainda para estimular todos os processos corticais;
- As palavras devem ser escritas com letra de forma (imprensa). Com o objetivo de revisão, um mapa escrito com letra de imprensa proporciona uma informação mais fotográfica, mais imediata e mais compreensiva;
- As palavras devem ser colocadas sobre linhas, e cada linha deve estar ligada à outra linha. Isso para que o mapa mental tenha uma estrutura base;
- As palavras devem constituir ‘unidades’ uma palavra por linha. Este procedimento deixa para cada palavra mais ganchos livres, proporcionando

mais liberdade e maior flexibilidade no processo de tiragem de apontamentos;

- Recorra a diferentes cores na elaboração dos Mapas Mentais porque eles otimizam a memória, agradam ao olho e estimulam os processos do lado direito;
- Em processos criativos desta natureza deve-se deixar a mente vagar tão 'livre' quanto possível. Excessiva 'reflexão' sobre o que deve ser incluído e onde o colocar, limitar-se-ia a abrandar a velocidade do processo.

O **objetivo** é o de lembrar tudo aquilo em que a sua mente pensa, com base na idéia central. Como a mente gera idéias com maior rapidez do que somos capazes de escrever, não devem existir pausas. Não se preocupe com a ordem e com a organização, porque na maioria das vezes, este processo é automático. Se não for este o caso pode estabelecer uma ordenação final quando acabar o exercício. O Mapeamento mental, tal como vem sendo descrito, consegue neutralizar todas as desvantagens de apontamentos tradicionais (BUZAN, 1996, P. 107).

Assim como uma ferramenta comum estende sua capacidade física, os mapas mentais estendem a sua inteligência, permitindo que você enriqueça e organize melhor seu pensamento e assim aprenda, memorize, avalie e decida melhor. É uma ferramenta de memorização, aprendizado e produtividade (VILELA, URL: http://www.mapasmentais.com.br/artigos/porque_mm.asp, acessado em 12/06/2003).

Muito se fala hoje em dia no excesso de informação com que temos que lidar. Isto é verdade só em parte; há muitas informações que não fazem a menor diferença prática para nós, como certos acontecimentos naquela pequena cidade daquele pequeno país do outro lado do mundo. O excesso de informação só será um problema quando tivermos algum objetivo e as informações e os conhecimentos relacionados ao objetivo forem muitos para nossa capacidade atual de lidar com elas. Nesse caso, como usamos um martelo ou chave de fenda para coisas que

não podemos fazer só com as mãos e dedos? Precisamos de algum recurso que nos apóie.

Basicamente, esse apoio através dos Mapas Mentais deve tornar mais fácil:

- O registro da informação (memorização);
- A organização da informação;
- A recuperação da informação.

Notemos que às vezes achamos que o problema é de memorização, mas não é. Já tentamos lembrar como era uma música e estava ali, “na ponta da língua”, e não vinha? Aí, de alguma forma conseguimos nos lembrar dela, e então lembramos dela inteira. Talvez tenhamos nos lembrado somente o comecinho, e aí veio todo o resto. Às vezes, precisamos somente de um estímulo adequado para ativar a lembrança.

O que precisamos então é de um recurso que nos permita organizar melhor nossas memórias e ativá-las, quando for o caso. Os mapas mentais servem para isso. Do inglês mind map (descrito originalmente por Tony Buzan). Tenhamos em mente que vamos falar de “mapas mentais externos” que visam facilitar e apoiar a elaboração de um “mapa mental interno” ou mapa cognitivo (VILELA, URL: <http://www.mapasmentais.com.br/artigos/introdução.asp>, acessado em 12/06/2003).

No primeiro momento a organização através dos mapas parece algo meio confuso. Mas se olharmos por partes, no início apenas o título e um tópico de cada vez, e logo as informações estarão organizadas, com a vantagem de “quase não ter artigos e preposições, só idéias essenciais” formando com isto uma cadeia de benefícios: os efeitos pessoais de organização que deles decorrem.

A facilidade para alterar o conteúdo e reorganizar os nós, fácil de aplicar destaques nas fontes e nas cores, fácil e bom para apresentações e até para

distribuir para as pessoas. E ainda o mais importante, a facilidade de construção na nossa mente. Uma possibilidade muito interessante o espreitava do futuro (VILELA, URL: <http://www.mapasmentais.com.br/artigos/introdução.asp>,

A utilização de Mapas Mentais para facilitar o processo de compreensão e memorização da informação produz orientações de construção, com seqüências de ação com conclusões mais gerais e mais específicas, causando o desenvolvimento do raciocínio e conseqüentemente uma reestruturação cognitiva, através desta internalização.

3.11 Raciocínio

O raciocínio é, pois um dos elementos mais importantes da argumentação, porque suas conclusões fornecem bases sólidas para os argumentos. Trata-se de um processo lógico de pensamento pelo qual de conhecimentos adquiridos se pode chegar a novos conhecimentos com o mesmo coeficiente de validade dos primeiros (SEVERINO, 2002, p.187).

Quanto a sua estrutura, o raciocínio é um todo complexo, formado por um encadeamento de vários juízos, que são igualmente formados, por vários conceitos. Segundo Carvalho et.al. 2002, p.53) *estrutura*, “trata-se de um conjunto de elementos que mantém relações necessárias entre si. Tais relações são também de caráter funcional, ou seja, cada elemento que compõe o sistema concorre para a manutenção dos que lhe estão relacionados”. Por exemplo ao escrevermos a palavra *método*, estamos respeitando a estrutura. Temos um primeiro elemento a letra *m*, que estabelece uma relação necessária com o conjunto pelo fato de dever se apresentar necessariamente nessa posição. Como pode-se observar cada elemento tem uma função no todo. De acordo com (Severino, 2002, p.187-188), “o raciocínio é o momento amadurecido do pensamento; raciocinar é encadear juízos e formular juízos é encadear conceitos. Por isso, pode-se dizer que o conhecimento humano inicia-se com a formação dos

conceitos. O conceito é a imagem mental por meio da qual se representa um objeto, sinal imediato do objeto representado.

O raciocínio é uma seqüência de juízos e de proposições que precisam ser bem elaborados, tanto do ponto de vista sintático-gramatical, como do ponto de vista lógico. O raciocínio é, portanto, a ordenação de juízos e conceitos (SEVERINO, 2002).

O raciocínio consiste em obter um novo conhecimento a partir de um antigo, é a passagem de um conhecimento para outro. Portanto mostra a fecundidade do pensamento humano (SEVERINO, 2002, p.191).

Neste sentido no processo de raciocínio pode-se distinguir: a operação mental, o resultado desta operação e o sinal externo desta operação.

Segundo Severino (2002, p. 192), o raciocínio divide-se, basicamente em duas grandes formas: a dedução e a indução.

O raciocínio dedutivo é um raciocínio cujo antecedente é constituído de princípios universais, plenamente inteligíveis; através dele se chega a uma conseqüente menos universal. As afirmações dos antecedentes são universais e já previamente aceitas: e delas decorrerá, de maneira lógica, necessária, a conclusão, a afirmação do conseqüente. Deduzindo-se, passa-se das premissas à conclusão.

O raciocínio indutivo é uma forma de raciocínio em que o antecedente. São dados e fatos particulares e o conseqüente uma afirmação mais universal. Na realidade, há na indução uma série de processos que não se esquematizam facilmente. Enquanto a dedução fica num campo meramente inteligível, a indução faz intervir também a experiência sensível e concreta, o que elimina a simplicidade lógica que tinha a operação dedutiva.

Da indução pode aproximar-se o raciocínio por analogia: trata-se, então, de passar de alguns fatos a outros fatos semelhantes. No caso da indução de alguns fatos julgados característicos e representativos, generaliza-se para a totalidade dos fatos daquela espécie, atingindo-se toda a sua extensão.

O resultado desse processo de observação e análise dos fatos concretos é uma norma, uma regra, uma lei, um princípio universal que constitui sempre uma generalização. A indução parte, pois, de fatos particulares conhecidos para chegar a conclusões gerais até então desconhecidas (SEVERINO, 2002).

Para pensar e conceber não suficiente conceber conceituando. O conhecimento só se completa quando se formula um juízo que é o ato da mente pelo qual ela afirma ou nega alguma coisa (SEVERINO, 2002, p.193).

O juízo é enunciado através da proposição, sinal do juízo mental. Algumas proposições derivam da experiência, enunciam fatos dados na experiência externa ou interna outras são formadas pela análise do conceito.

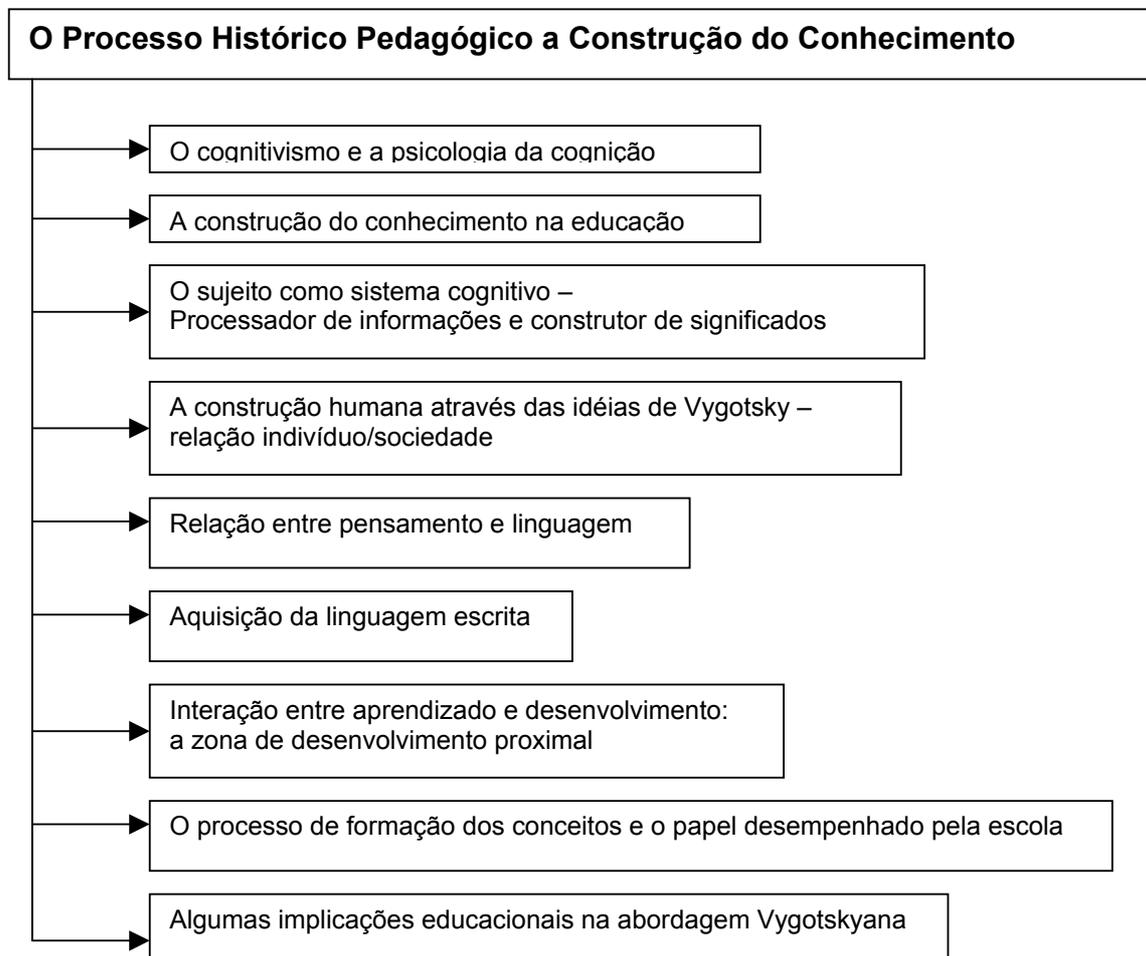
Os elementos de informação a partir dos quais são feitos os raciocínios são, de um lado, informações contidas no estado momentâneo da representação e, de outro, conhecimentos na memória. Denominamos, estado de representação o conjunto de informações presentes nela durante a construção. Pode-se ter, neste estado, informações que não estão integradas em uma interpretação de conjunto.

Os raciocínios produzem inferências de um lado por meio de regras que definem as condições de passagem das informações conhecidas às conclusões, e de outro, utilizando conhecimentos na memória referentes a esquemas pragmático de raciocínio.

As regras que estão na base do raciocínio não são aquelas que a lógica clássica utiliza para definir as condições de validade de raciocínio. Isto significa que os

raciocínios não servem somente para demonstrar, mas também para formar hipóteses e desenvolver heurísticas de pesquisa. A qualidade do raciocínio é também ser produtivo e não apenas validar informações que se têm. É orientar a pesquisa ou ações para os caminhos cuja validade, que ainda não esteja garantida, têm melhores chances de se aproximar da solução (FIALHO, 1998, p. 67-68).

CAPÍTULO 4. O PROCESSO HISTÓRICO PEDAGÓGICO RELATIVO A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO



4.1 O cognitivismo ou a psicologia da cognição

Segundo Varela, apud Fialho (2001, p.12) “...a ciência cognitiva se assemelha mais a um grupo desconectado de disciplinas do que uma disciplina em si mesma, uma única disciplina. Cada disciplina que compõe a ciência cognitiva, dá uma resposta diferente para a questão sobre o que é mente e cognição”.

“Desta forma a ciência cognitiva é em si transdisciplinar, na medida em que a compreensão do fenômeno cognitivo demanda a contribuição da episteme dada por diferentes disciplinas que, ao combinarem-se, produzem uma nova episteme,

uma emergência, no sentido dado a esta palavra, no passado, pelos psicólogos da *Gestalt* e, hoje em dia, pelos teóricos da Complexidade” (FIALHO, 2001, P.12).

Todos nós estamos, constantemente, na vida familiar ou no trabalho, fora ou dentro da escola, tomando decisões, sozinhos ou com outras pessoas. Algumas vezes, a tomada de decisão é fruto daquilo que queremos, outras, é resultante do determinismo, do que devemos – do que está estabelecido em leis, estatutos, senso comum, etc. E esse devemos, muitas vezes resulta da consciência que temos dos riscos de sermos eliminados de funções das quais dependem nossa sobrevivência; outras vezes, o devemos impõe-se pelo hábito ou porque se considera que a maioria pensa melhor do que apenas um indivíduo, e, portanto o que a maioria costuma fazer é o que deve estar certo.

Essas duas situações que levam a ação pelo dever parecem caracterizar-se pelo fato de que o homem que a pratica renuncia a sua maneira pessoal de ver e compreender e agir. O significado pessoal é um mero reflexo de outra pessoa: há um papel passivo de quem age. À medida que o processo se torna mais impessoal reduz-se à responsabilidade e a participação ativa das decisões, sendo assim apenas necessário a executar.

Como afirma Rolo May, citado por Moreira e Masini (2001, p. 1) a forma de sair dessa condição de ser passivo e entrar na de ser ativo, responsável, participante, é mediante a ampliação e aprofundamento da consciência”. É a consciência que atribui significado aos objetos que rodeiam o indivíduo.

O cognitivismo procura descrever, em linhas gerais o que sucede quando o ser humano se situa, organizando o seu mundo, de forma a distinguir o igual do diferente.

Cognição é um processo através do qual o mundo de significados tem origem. A medida que o ser se situa no mundo, estabelece relações de significado, atribui

significados a realidade em que se encontra. Esses significados não são entidades estáticas, mas pontos de partida para a atribuição de outros significados. Tem origem então a estrutura cognitiva – os primeiros significados – constituindo-se nos pontos de ancoragem dos quais derivam outros significados.

A psicologia cognitivista preocupa-se com o processo da compreensão, transformação e armazenamento e uso da informação envolvida na cognição, e tem como objetivo identificar os padrões estruturados dessa transformação. É uma teoria particular, cuja asserção central, é de ver, ouvir, cheirar, etc., assim como lembrar são atos de construção que podem fazer maior ou menor uso dos estímulos externos, dependendo das circunstâncias, isto é, das condições pessoais de quem realiza o processo (MOREIRA & MASINI, 2001, p).

São poucos os princípios gerais que contam com o respaldo de quase todos os teóricos (Woolfolk, apud. Casas, 1999), sobre os aspectos que compõem o desenvolvimento humano e o modo como acontecem:

- As pessoas se desenvolvem com ritmos distintos;
- Desenvolvimento é relativamente ordenado;
- Desenvolvimento ocorre de forma gradual.

4.2 A construção do conhecimento na educação

“O conhecimento da razão humana e o mundo da experiência pessoal são produtos simultâneos de construções cognitivas humanas, isto significa que o homem só pode conhecer o que ele mesmo tem produzido” (GLASERSFELD, E. V., p.28).

O caráter inacabado do enfoque construtivista, em seu desenvolvimento atual, propicia, a partir do âmbito da educação, a busca de explicações convergentes em outros âmbitos para configurar um marco de referência integrado que oriente a atuação de seu preceito básico: “a consideração da educação como construção

humana”. Com tecnologias adequadas, promove a atividade mental construtivista do sujeito nos âmbitos cognitivos, afetivos, comportamental e através de decisões pedagógicas adequadas, pode-se criar todo um conjunto de condições e situações facilitadoras com a finalidade de que o sujeito vá construindo o seu próprio conhecimento através de suas diferentes e variadas experiências de aprendizagem formal e informal. A partir desta perspectiva cujo alvo vai além dos limites de uma teoria de aprendizagem para focalizar sua atenção na construção pessoal do conhecimento, a “finalidade última da intervenção pedagógica é contribuir para que o aluno desenvolva as capacidades de realizar aprendizagens significativas por si mesmo, e que aprenda a aprender” (COLL, C., apud MIGUET et al, 1999, p. 23) e a pensar.

Atendendo a esta finalidade, caberia resenhar uma série de preceitos que, como parte do corpo conceitual e epistemológico do construtivismo, funcionam como princípios a serem levados em conta na ação educativa tendo como objetivo a construção pessoal do conhecimento. Estes princípios são apenas um ponto de partida, um esboço para uma configuração de uma teoria construtivista da educação que oriente a prática educativa:

- Princípio de interação do homem com seu meio.

O homem, se constrói a si mesmo, em um processo de interação com o mundo – meio sócio cultural – produzido por ele. Segundo Glaserfeld, o mundo que é produzido é um mundo de experiência e que não tem qualquer pretensão de ser “verdade” no sentido de corresponder a uma verdade ontológica – não faz parte do mundo natural; é real como produto da atividade humana – filogeneticamente falando – como produto da experiência de conhecimento de uma história humana compartilhada. Em troca o mundo para o homem, ontogeneticamente falando, é uma realidade determinada, externa, objetiva, enquanto que a atividade humana - de espécie – objetivada (BERGER, P. E LUKMAN, TH., apud, MIGUET et al, 1998, p. 24).

O homem como espécie é capaz de construir um mundo constituído pelo resultado de suas próprias experiências, que em seguida o homem – como indivíduo – experimenta como algo distinto de um produto humano. Contudo, tais questões não são aspectos que antecedem separadamente, isoladamente um do outro, e nem se quer são momentos de um processo que se sucedem uns após outros consecutivamente, mas entre eles se produz uma dialética constante: são etapas de um processo interagindo constantemente entre si. Em um primeiro momento, é o homem que constrói o meio sócio-cultural através das experiências resultantes de sua interação ativa com o meio natural e de relação interpessoal. A progressiva cristalização ou concretização dos resultados destas experiências em conhecimentos permite qualificar o meio sócio-cultural – mundo construído pelos homens – como realidade objetiva, em outras palavras, atividade humana objetivada. Como tal realidade é alheia às experiências do homem como indivíduo, este tem que aprendê-la, já que para ele é uma realidade dada, ainda que no sentido ontológico, senão unida à uma atividade humana que a construiu, e tal realidade “objetiva” é por sua vez aprendida pelo sujeito em seu processo de socialização. No entanto, como o sujeito, ao aprender a realidade, entende não tanto as características “objetivas” que a conformam quanto a percepção que a realiza de tais características, tem-se como resultado que o conhecimento que o sujeito vai construindo em sua interação com o mundo não é uma simples cópia desse mundo e aceitar que o conhecimento não é uma cópia da realidade implica aceitar que a realidade não tem um sentido único, mas que é uma realidade produzida por ele. Este mundo que o sujeito cria é a representação do mundo real; tal é o sentido piagetiano de que as construções são representações de um mundo real ao qual o sujeito tem que se acomodar, ajustar-se – não se corresponder. Trata-se de um processo constante. Assim o construtor original desse meio sócio-cultural conhecido é o homem, que por sua vez vai se construindo como homem, como realidade pessoal, em interação com esse meio sócio-cultural; este não se constrói de uma vez só e para sempre, mas constantemente o homem vai criando cultura, técnica, arte..., e, por sua vez, a arte e a técnica e a cultura criadas – feitas realidade – e objetivadas através da

linguagem influenciam no processo de construção humana, processo através do qual o homem realiza uma dupla “operação”: por um lado, aprende a realidade produto da atividade humana objetivada, e, por outro, produz – continua produzindo continuamente – a mesma realidade como resultado de sua constante atividade, já que o conhecimento humano se desenvolve, se organiza e se modifica nos processos de interação com o meio (MIGUET et al, 1998, p. 25).

A elaboração do conteúdo de educação não pode excluir os fatores de interação, e deve levar em conta que ele está em função também da experiência prévia ou aprendizagens educativas anteriores por parte dos sujeitos.

- Princípio da experiência prévia

Glaserfeld, em uma interpretação de G. B.Vico, formula a idéia de que a construção do conhecimento “está restringida por condições que surgem do material utilizado, o qual, seja concreto ou abstrato, sempre é conseqüência dos resultados de uma construção anterior” (MIGUET, et al, 1998, p. 30).

Segundo este princípio, a mente gira sobre si mesma, sobre suas experiências anteriores para dar um sentido coerente de suas construções. Bruner utiliza o termo “recursividade”, para explicar tal fenômeno, definindo-o como o mecanismo pelo qual o conhecimento se constrói sobre os resultados de aprendizagens anteriores, constituindo-se estas aprendizagens prévias um elemento que condiciona a organização de novas aprendizagens . Trata-se de um mecanismo que explica o processamento da informação sobre a base de informações já processadas, (Bruner, J., 1988, p. 105). De maneira semelhante se expressa Feldman C.(1990, cap.7 apud Miguet et al 1998), ao estabelecer a relação entre o que denomina epistêmico – o conhecimento velho – e o ôntico – conhecimento novo –. Neste princípio, influenciam amplamente construtivistas como Ausubel, Kelly, entre outros, que sublinham a enorme influência que as experiências anteriores têm no processo de construção do conhecimento, até o ponto de considerar que ele, o sujeito, determinará em alto grau o que ele aprenderá. Já

que o sujeito ao aprender, ativa uma série de processos cognitivos que lhe permite elaborar representações simbólicas internas do que percebe, tal aprendizagem se vê influenciada pelo tipo de representações simbólicas previamente construídas ou codificadas (Área Moreira, M,1991, p.47). Portanto, os limites estabelecidos pelo que já conhecemos e pelo seu modo de organização são um fator de seletividade com respeito a nova informação – o que vamos conhecer –, assim como também com respeito a interpretação dela (MIGUET, et al, 1998, p.26).

- Princípio de elaboração do “sentido no mundo da experiência”.

A elaboração de sentido por parte do sujeito baseia-se na possibilidade de estabelecer regularidades no mundo da experiência (Glaserfeld, E.V.,1990, p.31), com base na crença de que o mundo não pode ser caótico, mas que nele se estabelecem determinada ordem e uma relativa estabilidade, que permitem ao sujeito deduzir os dados experienciais à determinada espécie de conjecturas que dá consistência as suas construções pessoais.

O necessário estabelecimento de regularidades para poder atuar cognitivamente requer colocar em relação situações de experiências repetidas em tempo e espaço diferentes e proceder a sua comparação. O produto de tal comparação leva o sujeito a valorizar tipos ou qualidades nesta relação de semelhança ou de diferenças entre as várias situações ou nas propriedades dos objetos ou dos símbolos que as definem.

Levando em conta que todos os objetos existem no tempo e no espaço, parece razoável entender a construção do conhecimento como “a procura de regularidades percebidas nos fatos” (Novak, J. D., 1998, p.36). Assim, devido à estabilidade do meio – que vai mudando ainda que dentro de determinadas invariâncias –, as relações de semelhanças não podem ser absolutas, já que as propriedades dos objetos ou de suas representações simbólicas apresentam uma determinada variação de uma situação a outra. Aqui reside o princípio piagetiano de assimilação e acomodação (Glaserfeld, E. V., 1990, p.34). O sujeito tem a

tendência de assimilar aqueles objetos ou símbolos a respeito dos quais estabelecem experiências repetidas uma relação de semelhança entre todas as partes das propriedades que as compõem. Da mesma maneira quando em experiências repetidas, os objetos ou símbolos que os representam apresentam semelhanças em parte de suas propriedades, porém não se comportam da mesma maneira, eles originam no sujeito um conflito que vai tender a desembocarem uma nova relação sobre a base das propriedades que não sejam comuns a ambos, até que se estabeleça o “ajuste” necessário – homeostases cognoscitiva - que regule o curso de suas ações e propicie a elaboração de novas estruturas de significado sobre as quais devem assentar suas operações de relação-comparação. Deste modo, quando o sujeito avalia suas situações experienciais – emite juízos de valor de semelhança ou diferença nas relações que estabelece -, tende a ajustar dentro de uma estrutura coerente (BERGER, P. & LUCKMAN, TH., apud MIGUET et al, 1998, p. 27).

- Princípio de organização ativa.

O sujeito vai construindo seu conhecimento ao mesmo tempo que vai organizando as estruturas resultantes de seus juízos de semelhança e diferença dos objetos ou símbolos de sua experiência em situações repetidas, ainda que esta organização esteja em função da experiência pessoal acumulada, quer dizer, da quantidade de elementos e da qualidade de relações estabelecidas entre eles, aos quais o sujeito precisa recorrer para estabelecer as comparações. A atividade a qual o sujeito organiza seu mundo experiencial implica “um fazer não com as mãos, mas com as mentes, ou melhor com linguagens ou outros sistemas simbólicos (Goodman, N.,1990). Tais sistemas simbólicos constituem a ferramenta com o qual o sujeito constrói o conhecimento, já que representam modos de organizar os próprios pensamentos a respeito das coisas, quer dizer o sujeito organiza a percepção e a ação do “pensamento”, e os sistemas simbólicos, particularmente a linguagem, são a base do pensamento em ação (MIGUET et al,1998, p. 28).

- Princípio de adaptação funcional entre o conhecimento e a realidade.

O estudo do conhecimento em relação à sua gênese, ao processo de conhecer, as relações de sujeito objeto – quem conhece, o que conhece, como conhece - , assim como a validade ou o erro do conhecimento são todas as questões que estão definindo a maneira em que se leva a cabo a aprendizagem, em função da qual deve-se adaptar a elaboração e a realização das ações educativas. Da concepção que se tem sobre como são adquiridos ou formados os conhecimentos vai depender da forma como se organiza o ensino; quer dizer, o ensino é função da concepção da epistemologia da qual se parte, já que os sistemas de ensino apóiam-se explícita ou implicitamente em uma concepção de como se aprende. (DELVA, J., apud MIGUET, et al, 1998, p. 28).

A construção do conhecimento, tanto no plano individual como no plano coletivo, envolve um constante ajuste com a realidade; um processo de modificação constante que se adapta ao ritmo da evolução e mudanças das organizações pessoais e coletivas do mundo experiencial. A partir desta postura, são sublinhados os seguintes aspectos:

- Diante da concepção que o conhecimento se organiza em sistemas conceituais estáticos, defende-se que tal conhecimento é organizado em sistemas conceituais em desenvolvimento.
- Diante de critérios de racionalidade absoluta, defende-se critérios de verificação dinâmicos, visto que se o conhecimento muda, parece óbvio pensar que os critérios de avaliação do mesmo têm que se adaptar à mudança.
- Diante da concepção monolítica da ciência, segundo a qual o sistema não varia, exceto no sentido quantitativo do aumento do conhecimento, defende-se uma concepção evolutiva da ciência no sentido qualitativo de reorganizar o conhecimento; isto é, diante da idéia de agregação do conhecimento, destaca-se a idéia de gradação (Toulin, S., 1977, p. 151), no sentido de que tal reorganização implica mudanças que podem ser mais lentas ou mais rápidas, mas que são parciais e sujeitas ao contexto social de interpretação, representada pela comunidade científica.

- Diante a uma separação explicativa referente à construção do conhecimento público e privado que implica uma relação isomórfica entre os dois, e na qual o conhecimento individual se constrói com referencia ao modelo de construção do conhecimento científico, defende-se que tal conhecimento individual se constrói sobre bases de referenciais próprias no sentido de que os sujeitos elaboram seus próprios conhecimentos, sobre a base de suas próprias organizações mentais. A partir deste ponto de vista se tem estabelecido a metáfora do sujeito como científico, o que envolve a idéia de construtor do conhecimento de maneira solitária, porque as formas de onde provém a organização mental são encontradas no mundo da experiência e, particularmente, dentro da estrutura de linguagem (Ibañez Gracia et. al.1989, p. 39); a linguagem, a maneira de falar são portadores de significado das propriedades *organizacionais da mente e da ação*, e tais “maneiras” são próprias de uma cultura local, a partir da qual o sujeito constrói inter-subjetivamente o conhecimento, da mesma maneira que o conhecimento público se constrói a partir do consenso de uma comunidade científica determinada (MIGUET et al, 1998, p. 30).

Nestes esclarecimentos sobre as perspectivas bioantropológicas e genéticas, não há pretensões de aprofundamento, apenas serão citadas informações adicionais a respeito da concepção construtivista do conhecimento.

A perspectiva bioantropológica da teoria do conhecimento pode ser resumida em uma série de pontos que podem representar os pilares de uma concepção construtivista aplicada à educação:

- Que o homem é um ser constitutivamente inacabado e tem que “fazer-se”, concluir-se.
- Que o homem é um ser constitutivamente aberto, o que lhe permite projetar sua vida; quer dizer, “fazer-se“, construir-se de uma determinada maneira; não de qualquer maneira, mas em função de seus propósitos.
- Que a inconclusão do homem impele-o à ação, e sua abertura possibilita tal ação.

- Que sua necessidade de construir-se somente pode ser satisfeita sendo um ser que atua; quer dizer, através de sua própria atividade.
- Que a função simbólica - a linguagem - amplia e enriquece suas possibilidades de ação
- Que o ser atuante implica um “meio” no qual interage. Já em relação a perspectiva da genética do comportamento, a partir do âmbito da bioantropologia vem se explicitando como o homem vai configurando e enriquecendo sua existência a medida em que vai consolidando seu processo de hiperformalização cerebral; o fato de ser um animal hiperformalizado possibilita ao homem não somente integrar os conhecimentos, costumes, atitudes, valores, etc., que a partir da ótica filogenética vem formulando ao longo da história, mas também ser capaz de criar cultura, de construir o futuro por meio de suas elaborações e reestruturações pessoais.

Neste sentido, as características próprias da estrutura psicobiológica humana – indeterminação, unicidade, abertura e inconclusão – oferecem ao homem, a princípio, algumas enormes possibilidades de ação. Entretanto, tais possibilidades não são ilimitadas, já que toda aprendizagem, entendida como processo construtivo interno, é realizada pelo homem a partir de duas instâncias relacionadas entre si: a carga genética com o qual nasce e o meio com o qual se relaciona. A relação destas instâncias e o peso ou influência de cada uma delas nas elaborações e estruturações pessoais a partir das quais o homem vai configurando suas características psicológicas tem sido objeto de estudo nas últimas décadas (MIGUET, 1998, p. 41).

Posteriormente, a influência dos fatores hereditários e ambientais foi formulada em termos de interação, centrando-se os trabalhos de pesquisa nos processos genéticos e aquisitivos que diretamente podiam interagir na diferenciação dos sujeitos. Segundo esta formulação, os efeitos da influência de cada tipo de fator – genético e ambiental – dependem da maneira em que contribuía o outro; trata-se

de uma relação de interdependência, segundo a qual um mesmo fator ambiental pode exercer uma influência diferente que estará em função da carga genética específica sobre a qual atua; da mesma maneira um fator hereditário pode exercer uma influência diferente segundo as condições ambientais que se lhe apresentam.

Trata-se aqui de explicar não “o que” ou “o quanto”, mas como um sujeito, em função da ação de seus genes e o ambiente o qual interage, vai construindo o seu conhecimento. O fato é que os genes contêm descritores que constituem uma disposição a atuar, mas não induzem a produção da conduta, e que a atualização desta disposição estará em função de algumas características ambientais, que dá margem e salienta a convergência desta formulação com os pressupostos sobre os quais se sustenta a perspectiva construtivista e a perspectiva bioantropológica, com referência à importância capital que a inter-relação do homem com o meio tem na construção de sua realidade pessoal.

Neste aspecto, a educação adquire especial relevância, já que partindo do material biológico do sujeito, pode possibilitar aqueles “ambientes” nos quais podem ser atualizados. Aqueles descritores disposicionais que melhor se ajustem as finalidades educativas, já que os sujeitos processaram aqueles elementos provenientes do meio. O papel da educação é a chave porquanto condiciona em seu duplo sentido de induzir ou reprimir a transcrição genética, quer dizer, “o meio ambiente controla a atividade dos genes”(Delins, J., 1986, p.296), e isto se produz de maneira constante. O papel do ambiente é definitivo na tradução do código genético individual do sujeito, o qual tem influência na inter-relação que se estabelece entre processo de amadurecimento, processo educativo do sujeito. Em relação a esta inter-relação, são particularmente significativas pela ótica construtivista de Bruner, J.: “a cultura, logicamente, é um das duas maneiras em que são transmitidas as “instruções” a respeito de como os seres humanos devem crescer de uma geração à outra; a outra maneira é o genoma humano.

Este tem tanta plasticidade que não existe uma maneira única de realização, nenhuma maneira que seja independente das oportunidades dadas pela cultura na

qual nasce o indivíduo,...“cada uma delas contribui cem por cento a variação do fenótipo. O homem não está livre de seu genoma e nem de sua cultura. A cultura humana simplesmente proporciona “maneiras” de desenvolvimento entre o muito que a nossa herança genética plástica torna possível” (BRUNER, J., apud MIGUET, 1998, p. 50).

4.3 O sujeito como sistema cognitivo

Processador de informação e construtor de significados

Segundo Miguet et al, (1998), à educação interessa evidentemente a eficácia na prática do binômio ensino-aprendizagem. A busca e obtenção de eficácia torna obrigatório o conhecimento de como se produz a aprendizagem, para acomodar o ensino às características da forma de aprender ou de adquirir conhecimentos à educação interessa, em definitivo, como o ser humano processa e atribui significado à informação que recebe do meio, processo no qual reside a atividade do sujeito e da educação.

A pessoa humana processa informações de uma maneira específica, quer dizer, segundo funções e insuficiências próprias. A esse respeito são quatro os elementos a serem considerados interessantes para essa discussão: o meio, o sistema cognitivo, as funções de semelhança e o construtivismo ou a teoria do conhecimento dinâmico.

O **sistema cognitivo** humano processa a informação que provém fundamentalmente **do meio**, seja físico ou social, que é a realidade que envolve o indivíduo. Tanto o meio físico quanto o meio social possuem propriedades e regularidades intrínsecas e incluem acontecimentos altamente significativos, que constituem unidades cognitivas básicas. O desenho psíquico especificamente humano inside sobre as propriedades, relações e acontecimentos do meio, mas

somente na medida em que resultam significativos para um sistema cognitivo (MIGUET, 1998, p.75).

O sistema nervoso central (SNC) – sistema cognitivo – tem como função processar as contingências do meio e programar padrões adaptativos de conduta; é um sistema representacional, adaptativo e eficiente que compreende alguns elementos, funções e alguns recursos.

São seus elementos: as unidades representacionais básicas correspondentes às unidades cognitivas básicas do meio; a causalidade fenomenológica (para o meio físico) e as atribuições causais (para o meio social) com percepção da trama relacional existente no meio; os esquemas organizativos, como representações das contribuições do meio, determinados tipos de representações especializados em planificar e regular o conhecimento.

São suas funções: a interpretação das representações; a capacidade de ter representações simultâneas e transformá-las em previsão de acontecimentos; as realizações, de acordo com as representações (MIGUET, 1998, p. 76).

São seus recursos: a seleção (exigida pelas próprias limitações); a distribuição de recursos (decréscimo de rendimento devido à pluralidade de processos corrente); a automatização (tentando poupar recursos cognitivos).

Nosso sistema conceitual apresenta uma gradação típica de categorias e limites, em correspondência com os do meio, o que provoca ambigüidade, da qual o S.N.C. se libera criando protótipos ou representações em função das semelhanças. O S.N.C. constrói conhecimento a partir da informação dos dados ativados por ele mesmo. E como a complexidade dos dados não torna possível o registro direto, recorre a fazer predições baseadas em atribuições causais.

O construtivismo é, então, um sistema de representações dinâmico, cuja eficácia se manifesta por guiar a seleção de dados, ativar e acelerar o processamento e permitir combinar dados aleatórios sejam eles insuficientes ou muito complexos. Ocupa e desenvolve um papel central no processo de compreensão e produção do discurso dos processos cognitivos.

Segundo Flavel, Miller & Miller (1999), o conceito de cognição engloba mais do que aqueles processos tradicionais estritamente profissionais do raciocínio e resolução de problemas. “A mente humana é conceituada como um sistema complexo de processos de interação que geram, codificam, transformam e manipulam informações de diversos tipos” (FLAVEL, MILLER & MILLER, 1999, p. 23).

Sobre a base dos enfoques expostos, trataremos de algumas visões teóricas do desenvolvimento cognitivo - Lev Vygotsky e outros que também se sobressaem na perspectiva construtivista, dentre eles: David Ausubel e Bruner.

4.4 A construção humana através das idéias de Vygotsky

Relação indivíduo/sociedade

Vygotsky dá grande ênfase à cultura e à história na constituição do homem, não desconsiderando, obviamente, os processos fisiológicos do ser humano. Para ele a base biológica do funcionamento psicológico é o cérebro.

O cérebro, visto como um órgão principal da atividade mental; o cérebro, produto de uma grande evolução; é o substrato material da atividade psíquica que cada membro da espécie traz consigo ao nascer. No entanto, esta base material, não significa um sistema imutável e fixo.

O cérebro é entendido como um “sistema aberto, de grande plasticidade, cuja estrutura e modos de funcionamento são moldados ao longo da história da espécie e do desenvolvimento do indivíduo – filogênese e ontogênese -. (...) assim, o cérebro pode servir a novas funções, criadas na história do homem , sem que seja necessárias transformações no órgão físico” (OLIVEIRA, apud FIALHO, 1997).

Podemos considerar a psicologia de Vygotsky como pertencente ao campo das teorias genéticas, estudando a infância para tentar compreender a gênese, a formação e a evolução dos processos psíquicos superiores do homem. Estes seriam o modo de funcionamento psicológico tipicamente humano, como, por exemplo, a memória voluntária, a atenção concentrada, a imaginação, a capacidade de planejamento, etc. Estas funções são mecanismos intencionais, conscientemente controlados, que dão ao indivíduo uma possibilidade de independência em relação às características do momento e espaço presente.

As funções psicológicas superiores diferem das funções psicológicas elementares, encontradas nos animais e nas crianças. Enquanto as funções elementares são de origem biológica, as funções superiores são historicamente e culturalmente produzidas através da relação de um sujeito inter-ativo com o ambiente que o rodeia. Assim, as funções psicológicas superiores, por serem fruto de um desenvolvimento histórico-cultural, demonstram o quanto a cultura é parte constitutiva da natureza humana.

(...) “O que distingue radicalmente o homem dos animais é justamente o fato de que, além das definições hereditárias e da experiência individual, a atividade consciente do homem tem uma terceira fonte, responsável pela grande maioria dos conhecimentos, habilidades, e procedimentos comportamentais: a assimilação da experiência de toda a humanidade, acumulada no processo da história social e transmitida no processo de aprendizagem. Nesta perspectiva, o desenvolvimento do psiquismo animal é determinado pelas leis da evolução biológica e o do ser

humano está submetido às leis do desenvolvimento sócio-histórico” (REGO, 1995, p. 48).

“O homem não vive somente no mundo das impressões imediatas – como os animais – mas também no universo dos conceitos abstratos, já que dispõe, não só de um conhecimento sensorial, mas também de um conhecimento racional, possui a capacidade de penetrar mais profundamente na essência das coisas do que lhe permitem os órgãos dos sentidos; quer dizer, com a passagem do mundo animal a história humana, dá-se um enorme salto no processo de conhecimento desde o sensorial até o racional” (LURIA, apud REGO, 1995, p.47).

As características do funcionamento psicológico tipicamente humano não são transmitidas por hereditariedade (portanto não estão presentes desde o nascimento do indivíduo), nem são adquiridas passivamente graças a pressão do ambiente externo. Elas são construídas ao longo da vida do indivíduo através de um processo de interação do homem e seu meio físico social, que possibilita a apropriação da cultura elaborada pelas gerações precedentes, ao longo de milênios. Como afirmou Leontiev: “Cada indivíduo aprende a ser homem. O que a natureza lhe dá quando nasce não lhe basta para viver em sociedade. É-lhe ainda preciso adquirir o que foi alcançado no decorrer do desenvolvimento histórico da sociedade humana” (LEONTIEV, apud REGO, 1995, p. 49).

Assim, Vygotsky, profundamente influenciado pelos postulados marxistas, afirma que as atividades psicológicas mais sofisticadas devem ser procuradas nas relações sociais do indivíduo com o meio externo. Entende que o ser humano não só é um produto de seu contexto social, mas também um agente ativo na criação deste contexto. Acredita que para compreender as formas especificamente humanas é necessário (e possível) descobrir a relação entre a dimensão biológica (os processos naturais, como: a maturação física e os mecanismos sensoriais) e a cultura (mecanismos gerais através do qual a sociedade e a história moldam a estrutura humana). Segundo ele, estão relacionadas ao trabalho social, ao

emprego de instrumentos e o surgimento da linguagem. Estas são as ferramentas que foram construídas e aperfeiçoadas ao longo de sua história e fazem a mediação entre o homem e o mundo: através delas, o homem não só domina o meio ambiente como o seu próprio comportamento (REGO, 1995, p. 49).

Compreender a questão da mediação que caracteriza a relação do homem com o mundo e com os outros homens é de fundamental importância justamente porque através deste processo que as funções psicológicas superiores, especificamente humanas, se desenvolvem.

Vygotsky distingue dois elementos básicos responsáveis por essa mediação: o instrumento, que tem a função de regular as ações sobre os objetos e o signo, que regula as ações sobre o psiquismo das pessoas (REGO, 1995, p. 50).

A invenção desses elementos mediadores significou um salto na evolução humana. Vygotsky esclarece que os instrumentos e os signos, embora diferentes estão inteiramente ligados ao longo da evolução da espécie humana e do desenvolvimento de cada indivíduo.

De acordo com Marx, citado por Rego (1995), o desenvolvimento de habilidades e funções específicas do homem, assim como a origem da sociedade humana, são resultados do surgimento do trabalho. É através do trabalho que o homem, ao mesmo tempo que transforma a natureza (objetivando satisfazer suas necessidades), se transforma. Para realizar sua atividade, o homem se relaciona com seus semelhantes e fabricam os meios, os instrumentos: o uso e a criação de meios de trabalho, embora existam em germe em forma animal, caracteriza e assinala de forma eminente o trabalho humano. Isto quer dizer que as relações dos homens entre si e com a natureza são mediadas pelo trabalho.

Segundo Vygotsky (apud Rego, 1995), o instrumento é provocador de mudanças externas pois amplia a possibilidade de intervenção na natureza (na caça, por

exemplo, o uso da flecha permite o alcance de um animal distante ou, para cortar uma árvore, a utilização de um objeto cortante é mais eficiente do que as mãos. Diferentes de outras espécies de animais, os homens não só produzem seus instrumentos para a realização de suas tarefas específicas, como também são capazes de conservá-lo para uso posterior, de preservar e transmitir sua função aos membros de seu grupo, de aperfeiçoar antigos instrumentos e de criar novos.

(...) “A verdadeira essência da memória humana – lembrar, comparar coisas, relatar, escolher, etc., que a distingue dos animais – está no fato de seres humanos serem capazes de lembrar ativamente com a ajuda dos signos” (VYGOTSKY, apud REGO, 1995, p. 51).

Com o auxílio dos signos o homem pode controlar voluntariamente sua atividade psicológica e ampliar sua capacidade de atenção, memória e acúmulo de informações, como por exemplo amarrar um barbante no dedo para não esquecer uma reunião importante.

Vygotsky dedica particular atenção à questão da linguagem, entendida como um sistema simbólico fundamental a todos os grupos humanos, elaborado no curso da história social, que organiza os signos em estruturas complexas e desempenha um papel imprescindível na formação das características psicológicas humanas. Através da linguagem é possível designar o mundo exterior (como, por exemplo, a palavra faca que designa um utensílio usado na alimentação), ações (como cortar, andar, ferver), qualidades dos objetos (como flexível, áspero) e às que se referem as relações entre os objetos (tais como: abaixo, acima, próximo) (REGO, 1995, p. 53).

O surgimento da linguagem imprime três mudanças essenciais nos processos psíquicos do homem. A primeira se relaciona ao fato de que a linguagem permite lidar com os objetos do mundo exterior mesmo quando eles estão ausentes. Por

exemplo, a frase 'o vaso caiu' permite a compreensão do evento mesmo sem tê-lo presenciado, pois operamos com esta informação internamente.

A segunda refere-se ao processo de abstração e generalização que a linguagem possibilita, isto é, através da linguagem é possível analisar, abstrair e generalizar as características dos objetos, eventos, situações presentes na realidade. Como, por exemplo "árvore" designa qualquer árvore (independente de seu tamanho, se é frutífera ou não etc.). Nesse caso a palavra generaliza o objeto e o inclui numa determinada categoria. Desse modo a linguagem não somente designa os elementos presentes na realidade, mas também fornece conceitos e modos de ordenar o real em categorias conceituais (REGO, 1995, p. 53).

A terceira está associada à função de comunicação entre os homens que garante, como consequência, a preservação, transformação e assimilação de informações e experiências acumuladas pela humanidade ao longo da história. A linguagem é um sistema de signos que possibilita intercâmbio social entre indivíduos que compartilhem desse sistema de representação da realidade. É justamente por fornecer significados que a linguagem permite a comunicação entre os homens (REGO, 1995, p. 54).

Desde o nascimento, o bebê está em constante interação com os adultos, que não só asseguram sua sobrevivência mas também medeiam a sua relação com o mundo. Os adultos procuram incorporar a criança à cultura, atribuindo significado às condutas e aos objetos culturais que se formam ao longo da história.

O comportamento da criança recebe influência dos costumes dos objetos de sua cultura urbana ocidental: dorme no berço, usa roupas para aquecer e, mais tarde talheres para comer, sapatos para andar, etc. Inicialmente a relação da criança com o mundo dos objetos é mediada pelos adultos, por exemplo aproximam os objetos que a criança quer apanhar, agitam o brinquedo que faz barulho, alimentam-na com a mamadeira, etc. Com a ajuda de adultos, as crianças

assimilam ativamente aquelas habilidades que foram construídas pela história social ao longo de milênios: ela aprende a sentar, a andar, a controlar os esfíncteres, a falar, a sentar-se à mesa, a comer com talheres, a tomar líquidos em copos, etc. Através das intervenções do adulto e de crianças mais experientes, os processos psicológicos mais complexos começam a se formar (REGO, 1995, p. 59).

Assim, o desenvolvimento do psiquismo humano é sempre mediado pelo outro, outras pessoas do grupo cultural, que indica, delimita, e atribui significados à realidade. Por intermédio dessas imediações, os membros imaturos da espécie humana vão pouco a pouco se apropriando dos modos de funcionamento psicológico do comportamento e da cultura, enfim, do patrimônio da história da humanidade e de seu grupo cultural. Quando internalizados, esses processos começam a ocorrer sem a intermediação de outras pessoas.

Desse modo, a atividade que antes precisou ser mediada (regulação interpsicológica ou atividade interpessoal) passa a constituir-se um processo voluntário e independente (regulação intrapsicológica ou atividade intrapessoal).

Segundo Vygotsky (apud Rego, 1995, p. 61), “desde os primeiros dias do desenvolvimento da criança, suas atividades adquirem um significado próprio num sistema de comportamento social e, e sendo dirigidas a objetivos definidos, são refratados através do prisma do ambiente da criança. O caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa através de outra pessoa. Essa estrutura humana complexa é um produto de um processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas ligações entre história individual e história social”.

A partir de sua inserção num dado contexto cultural, e de sua interação com membros de seu grupo e de sua participação em práticas sociais historicamente construídas, a criança incorpora ativamente as formas de comportamento já consolidadas na experiência humana. É importante sublinhar que a “cultura

entretanto não é pensada por Vygotsky como algo pronto, um sistema estático ao qual o indivíduo se submete, mas como uma espécie de “palco de negociações”, em que seus membros estão num constante movimento de recriação e reinterpretação de informações, conceitos e significados” (OLIVEIRA, apud REGO, 1995, p. 61).

Em síntese, na perspectiva vygotskyana o desenvolvimento das funções intelectuais especificamente humanas é mediado socialmente pelos signos e pelo outro. Ao internalizar as experiências fornecidas pela cultura, a criança reconstrói individualmente os modos de ação realizados externamente e aprende a organizar os próprios processos mentais. O indivíduo deixa, portanto de se basear em signos externos e começa a se apoiar em recursos internalizados (imagens, representações mentais, conceitos etc.).

Concordamos com Smolka e Góes (apud Rego, 1995, p. 62), quando afirmam que “o que parece fundamental nessa interpretação da formação do sujeito é que o movimento de individuação se dá a partir das experiências propiciadas pela cultura. O desenvolvimento envolve processos, que se constituem mutuamente, de imersão na cultura e emergência da individualidade. Num processo de desenvolvimento que tem caráter mais revolucionário que de evolução, o sujeito se faz como um ser diferenciado do outro, mas formado na relação com o outro: singular, mas constituído socialmente, e, por isso mesmo, numa composição individual, mas não homogênea”.

4.5 Relações entre pensamento e linguagem

Segundo Vygotsky (apud Rego, 1995, p.63), a conquista da linguagem representa um marco no desenvolvimento do homem: a capacitação específica humana para a linguagem habilita as crianças a providenciarem instrumentos auxiliares nas soluções das tarefas difíceis, a superarem a ação impulsiva, a planejarem a solução para um problema antes de sua execução e a controlarem seu próprio

comportamento. Signos e palavras constituem para a criança, primeiro e acima de tudo, um meio de contato social com outras pessoas.

As funções cognitivas e comunicativas da linguagem tornam-se, então, a base de uma forma nova e superior de atividade nas crianças distinguindo-se dos animais (Vygotsky, apud Rego, 1995). Sendo assim, a linguagem tanto expressa o pensamento da criança, como age como organizadora desse pensamento.

Vejamos como isso se processa:

Tanto nas crianças como nos adultos, a função primordial da fala é o contato social, a comunicação; isto quer dizer que o desenvolvimento é impulsionado pela necessidade de comunicação. Assim, mesmo a fala mais primitiva da criança é social. Nos primeiros anos de vida as expressões faciais ou as primeiras palavras não cumpre somente o alívio emocional como também são meios de contato com os membros de seu grupo, apesar de serem bastante difusas. Vygotsky chamou esta fase de estágio pré-intelectual de desenvolvimento da fala.

Antes de aprender a falar a criança demonstra uma inteligência prática que consiste na sua capacidade de agir no ambiente e resolver problemas práticos, inclusive com auxílio de instrumentos intermediários, por exemplo, é capaz de utilizar um baldinho para encher de areia, mas sem a mediação da linguagem. Segundo Vygotsky “este é o estágio pré lingüístico do desenvolvimento do pensamento” (REGO, 1995, p. 64).

Através de inúmeras oportunidades de diálogo, os adultos, que já dominam a linguagem, não só interpretam e atribuem significados aos gestos, posturas, expressões e sons da criança como também a inserem num mundo simbólico de sua cultura. Na medida que a criança interage e dialoga com os membros mais maduros de sua cultura, aprende a usar a linguagem como instrumento do pensamento e como meio de comunicação. Nesse momento o pensamento e a

linguagem se associam, conseqüentemente o pensamento torna-se verbal e a fala racional. (Rego, 1995). “Ao aprender usar a linguagem para planejar uma ação futura, a criança consegue ir além das experiências imediatas. Esta ‘visão do futuro’ (ausente nos animais) permitem que as crianças realizem operações psicológicas bem mais complexas, passa a poder prever, comparar, deduzir etc”. (REGO, 1995, p. 66).

A característica principal da fala intermediária é que ela acompanha a ação e se dirige ao próprio sujeito da ação. A criança dialoga consigo mesma, planeja em voz alta, antes ou ao longo da realização da tarefa. Vygotsky (apud Rego, 1995), esclarece que as características da função planejadora, da fala a partir de uma interessante analogia com a fala das crianças enquanto desenhavam. As crianças menores tendem a nomear seus desenhos somente após realizá-los e vê-los. A decisão do que serão é assim, posterior à atividade.

Uma criança mais velha nomeia o seu desenho quando este já está quase pronto e, mais tarde, decidem previamente o que desenharão. Nesse caso, a fala é anterior à atividade e, portanto dirige a ação. Quando a fala se desloca para o início da atividade, uma nova relação entre fala e ação se estabelece.

O domínio da linguagem promove mudanças radicais na criança, principalmente no seu modo de se relacionar com o meio, pois possibilita novas formas de comunicação com os indivíduos e de organização de seu modo de agir e pensar.

4.6 Aquisição da linguagem escrita

Vygotsky afirma que não é somente através da aquisição da linguagem falada que o indivíduo adquire formas mais complexas de se relacionar com o mundo que o cerca. O aprendizado da linguagem escrita representa um novo e considerável salto no desenvolvimento da pessoa. Algumas pesquisas demonstraram que este processo ativa uma fase de desenvolvimento dos processos psicointelectuais

inteiramente nova e muito complexa, e que o aparecimento destes processos origina uma mudança radical das características gerais, psicointelectuais da criança. “O domínio deste sistema complexo de signos fornece um novo instrumento de pensamento, na medida que aumenta a capacidade de memória, registro de informações etc., propicia diferentes formas de organização a ação e permite um outro tipo de acesso ao patrimônio da cultura humana, que se encontra registrado nos livros e outros portadores de textos. Enfim, promove modos diferentes e ainda mais abstratos de pensar, se relacionar com as pessoas e com o conhecimento” (VYGOTSKY, apud REGO, 1995, p. 68).

Partindo do pressuposto, Vygotsky faz importantes críticas à visão, presente tanto na Psicologia como na Pedagogia, que considera o aprendizado da escrita apenas como habilidade motora: Ensina-se as crianças a desenhar letras e construir palavras com elas, mas não se ensina a linguagem escrita. Enfatiza-se a de tal forma a mecânica de ler o que está escrito que acaba obscurecendo a linguagem escrita como tal (VYGOTSKY, apud REGO, 1995).

O aprendizado da escrita, esse produto cultural construído ao longo da humanidade, é entendido por Vygotsky como um processo bastante complexo, que é iniciado para a criança “muito antes da primeira vez que o professor coloca um lápis em sua mão e mostra como formar as letras” (VYGOTSKY, L. S., et. al. apud, REGO, 1995, p. 69).

A complexidade desse processo está associada ao fato de a escrita ser um sistema de representação da realidade extremamente sofisticado, que se constitui num conjunto de “símbolos de Segunda ordem, os símbolos escritos funcionam como designações de símbolos verbais”. A compreensão da linguagem escrita é efetuada primeiramente, através da linguagem falada: no entanto, gradualmente essa via é reduzida, abreviada, e a linguagem falada desaparece como elo intermediário (VYGOTSKY, apud REGO 1995, p. 69).

Sendo assim, o aprendizado da linguagem escrita envolve a elaboração de um sistema de representação simbólica da realidade. É por isso que ele identifica uma espécie de continuidade entre diversas atividades simbólicas: os gestos, o desenho e o brinquedo. Em outras palavras, as atividades contribuem para o desenvolvimento da representação simbólica, onde signos representam significados, e, conseqüentemente, para o processo de aquisição da linguagem escrita.

Considerando a importância do domínio da linguagem escrita para o indivíduo, Vygotsky enfatiza a necessidade de investigações que procurem desvendar a gênese da escrita, o caminho que a escrita percorre para aprender a ler e a escrever, particularmente antes que se submeta ao ensino sistemático desta linguagem na escola: "A primeira tarefa da investigação científica é revelar essa pré história da linguagem escrita; mostrar o que leva as crianças a ler e escrever, mostrar os pontos importantes pelos quais passa esse desenvolvimento pré-histórico e qual sua relação com o aprendizado escolar" (VYGOTSKY, apud REGO, 1995, p. 69).

4.7 Interação entre aprendizado e desenvolvimento: a zona de desenvolvimento proximal

Se tivéssemos que resumir em uma frase a contribuição de Vygotsky no que diz respeito à relação entre aprendizagem e desenvolvimento poderíamos dizer que "a boa aprendizagem é somente aquela que precede ao desenvolvimento" (VYGOTSKY, apud MIGUET et al 1998, p.113).

Aprendizagem e desenvolvimento são dois processos que estão interrelacionados desde o nascimento da criança. Nas tentativas de esclarecer as leis de aprendizagem das pessoas e sua relação com o desenvolvimento, Koffka centrou-se em aprendizagens mais simples, quer dizer, as produzidas no período pré-escolar. Ele assegura que a diferença entre aprendizagem escolar e pré-escolar é

a “sistematização”: a primeira é sistematizada e a segunda não é. Vygotsky introduz esta formulação de Koffka, a qual servirá para introduzir a explicação de relação entre aprendizagem e desenvolvimento: a zona de desenvolvimento próximo (MIGUET et al, 1998, p. 113).

Costuma-se ter como norma que a aprendizagem deveria igualar-se ao nível evolutivo da criança, e em virtude disto se estabelecem etapas para o início da leitura, a escrita, etc. Também existe a suposição de que somente é indicativo de capacidade aquilo que ela pode fazer sozinha. No entanto, Vygotsky indica que, se desejamos averiguar a relação entre o processo evolutivo e as aptidões de aprendizagem teremos que delimitar ao menos dois níveis evolutivos; o “nível evolutivo real”, ou “nível de desenvolvimento das funções mentais de uma criança”, estabelecido como resultado de determinados ciclos levados a cabo” (Vygotsky, apud Miguet 1998, p.113), quer dizer, aquilo que a criança é capaz de fazer por si mesma; e um segundo nível evolutivo, que estaria delimitado por todas aquelas atividades que sem as poder realizar por si mesma, é capaz de levá-las ao resultado ao ser ajudada. Vygotsky afirma que “(...) aquilo que as crianças podem realizar com a ajuda de outros pode ser mais indicativo de seu desenvolvimento mental do que o que podem fazer por si mesmas.”

Uma vez estabelecida os dois níveis evolutivos, Vygotsky, define a “zona de desenvolvimento próximo” como a “distância entre o nível real de desenvolvimento, determinado pela capacidade de resolver independente um problema, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da resolução de um problema sob orientação de um adulto ou em colaboração com outro colega mais capaz”.

Enquanto o nível de desenvolvimento define as funções que já estão maduras, quer dizer os produtos finais de desenvolvimento, a zona de desenvolvimento próximo define “aquelas funções que ainda não tenham madurecido, porém que se encontram em processo de maturação, funções em que um amanhã próximo

alcançarão seu amadurecimento e que agora se encontram em estado embrionário” (VYGOTSKY, apud MIGUET et al, 1998, p. 114).

Deve-se sublinhar a importância do conceito de ZDP, como uma ferramenta intelectual que nos possibilita, por um lado, compreender o desenvolvimento interno da pessoa e, por outro lado, realizar previsões a respeito das funções que estarão maduras em um futuro próximo, sendo um conceito suscetível de aumentar a efetividade e utilidade de aplicação de diagnóstico de desenvolvimento mental dos problemas educacionais (VYGOTSKY, apud MIGUET et al, 1998).

Também Vygotsky nos convida a reformular o que a papel da imitação desempenha na aprendizagem. Levando em conta o seu conceito de ZDP, sustenta que a pessoa só pode imitar aquilo que esteja dentro dos limites das funções, que esteja maturando nesse momento. Nas palavras de Vygotsky, “uma pessoa pode imitar somente aquilo que está presente no interior de seu nível evolutivo”(Vygosty, apud Miguet at al. 1998); quer dizer, se podem imitar ações que necessitem colocar em ação funções que excedam o limite das capacidades já consolidadas. Isso adquire uma dimensão particular dentro do contexto no qual Vygotsky desenvolveu sua obra devido ao fato da aprendizagem humana pressupor uma natureza social específica e um processo, mediante o qual a criança acendem à vida intelectual daqueles que lhe rodeiam.

Portanto, podemos concluir dizendo que para Vygotsky “a boa aprendizagem é somente aquela que precede ao desenvolvimento”, quer dizer que “os processos evolutivos não coincidem com os processos de aprendizagem”, mas que “o processo evolutivo é puxado pelo processo de aprendizagem” (Vygotsky, 1984, p.139), ainda que com isto Vygotsky não esteja afirmando a identidade de ambos os processos, mas sim sua “unidade”; quer dizer a aprendizagem vai transformando-se em desenvolvimento. É por isso que um dos conceitos-chave dentro da teoria de Vygotsky é o conceito de internalização, já que para alcançar as metas individuais, é preciso passar previamente por um processo de

aprendizagem que se deve internalizar. Desta maneira, “a instrução da zona de desenvolvimento proximal estimula a atividade da criança, desperta e coloca em funcionamento toda uma série de processo de desenvolvimento” que uma vez internalizados, se transformam em parte das funções que a criança pode realizar por si mesma (MIGUET et al, 1998, p.115).

“A aquisição da linguagem fornece um paradigma para o problema da relação entre a aprendizagem e o desenvolvimento. A linguagem surge primeiramente, como um meio de comunicação entre a criança e as pessoas ao se redor. Somente mais tarde, ao transforma-se em linguagem interna, ela contribui para organizar o pensamento da criança, quer dizer, transformar-se em função mental interna” (VYGOTSKY, apud MIGUET et al,1998, p.116).

Dentro da concepção vygotskyana da autoconstrução da pessoa, Vygotsky define a internalização como “a reconstrução interna de uma operação externa.”(Miguet et al, 1998, p. 116). Na explicação do que se supõe internalização, Vygotsky (apud Miguet et al, 1998, p. 116), nos diz que tal processo consiste em uma série de transformações:

- Uma operação que inicialmente representa uma atividade externa se reconstrói e começa a acontecer internamente.
- Um processo interpessoal fica transformado em outro intra-pessoal.
- A transformação de um processo interpessoal em um processo intrapessoal é o resultado de uma longa série de acontecimentos evolutivos.

Qualquer função ou operação no desenvolvimento da pessoa aparece em dois níveis: primeiro na esfera social (entre as pessoas, como categoria interpsicológica), e depois na esfera psicológica (dentro de cada pessoa, como categoria intrapsicológica). Os instrumentos através dos quais o processo de internalização é levado a cabo são os signos; nas palavras de Vygotsky (apud Miguet et al, 1998, p. 117), “a internalização das formas culturais de conduta implica na reconstrução da atividade psicológica com base nas operações com signos”.

Como podemos ver, para Vygotsky, a internalização é um processo que envolve a transformação de fenômenos sociais em fenômenos psicológicos superiores. Situa-se, na teoria de Vygotsky, na relação entre seres humanos, a qual ressalta a importância da interação com outros e a utilização de códigos lingüísticos no desenvolvimento de conceitos e na configuração da estrutura mental; quer dizer, o desenvolvimento da pessoa deve estar mediado e estimulado pela interação social. Porém nem toda interação social é geradora de aprendizagem, somente aquela que se situa nos limites das zonas real e potencial de desenvolvimento. Tal questão implica o conceito de “desajuste ótimo” que complementa a tese piagetiana. A idéia essencial do destaque dado à natureza interativa do processo de construção do conhecimento é que, se o conteúdo que o sujeito vai aprender está excessivamente acima de suas possibilidades de lhe dar significado ou está totalmente ajustado a tais necessidades, não se produz desequilíbrio, ficando bloqueada a possibilidade de mudança.

O contato da criança com a realidade se produz através de agentes culturais que intermediam esse contato. No caso da aula, a mediação é um processo de “transvase” de informação a partir de um sistema de representação, o professor, com um conteúdo, uma estrutura informativa e um código, a outro sistema de representação, o aluno que processa ativamente tal informação. A mediação se produz, em primeiro lugar, fora do aluno por meio de agentes culturais que imediatizam o contato deste aluno com a realidade, agentes culturais que atuam como mediadores externos ao resumir, valorizar e interpretar a informação ao transmitir. O aluno capta e interioriza a informação relacionando-a e interpretando-a mediante a utilização de estratégias de processamento que atuam como mediadores internos.

Neste processo de internalização:

- Aluno dá sentido, significado a informação;
- Aluno extrai a regra, o princípio, a estrutura que subjaz em tal informação;

- O aluno contribui com experiências prévias, aprendizagens anteriores que recria e que geram nova informação.

Podemos ver que existe um duplo processo na aparição das funções psicológicas: um processo de mediação externa, que implica uma interação social, e um processo de mediação interna, que tem lugar no plano mental e que se produz mediante a utilização de estratégias de processamento. Este duplo processo é conhecido como a “lei da dupla função”.

É preciso lembrar que todo este processo de internalização encontra-se em um contexto sócio-cultural determinado, já que a atividade cognitiva da pessoa se realiza dentro de um contexto que, por um lado, proporciona informações e ferramentas para desenvolver-se no mundo, e, por outro lado, tal contexto sócio-cultural “controla” o processo de acesso a esta informação e as estas ferramentas cognitivas (La Casa e Herranz, apud Miguét et al. 1998, p.119). Temos que destacar a importância do adulto no desenvolvimento da criança, já que a interação com os adultos, em maior medida, aprende-se o instrumento que vai permitir o posterior desenvolvimento: A linguagem.

Levando em conta que a linguagem é, para Vygotsky, tanto um meio de comunicação como um instrumento para construir a estrutura cognitiva que possibilita o controle da conduta, concebemos o papel do adulto como o de um facilitador que ajuda a criança em seus processos de decodificação e comunicação, já que “as crianças começam a regular sua atividade quando são capazes de usar por si mesmas, em um âmbito intrapsicológico, aqueles instrumentos de caráter simbólico que utilizavam mediatizados pelos adultos” (LA CASA E HERRONZ, apud MIGUET et al, 1998, p.119).

Para finalizar esta parte indicando que, ao abordar o conceito de internalização na teoria de Vygotsky, não podemos esquecer uma referência ao que se tem denominado a ‘lei da dupla função’, quer dizer, ao ‘processo único’ que a pessoa

desenvolve na formação de suas funções psicológicas superiores através da mediação externa, a qual implica uma interação social, e da mediação interna, através da qual vai construindo-se a estrutura cognitiva (MIGUET. et al,1998).

4.8 O processo de formação de conceitos e o papel desempenhado pelo ensino escolar

Este é um tema de extrema importância nas posições de Vygotsky, pois integra e sintetiza suas teses acerca do desenvolvimento humano: as relações entre pensamento e linguagem, o papel mediador da cultura na construção do modo de funcionamento psicológico do indivíduo e o processo de internalização de conhecimentos e significados elaborados socialmente.

Na perspectiva vygotskyana, os conceitos são entendidos como um sistema de relações e generalização contidos nas palavras e determinado por um processo histórico cultural: são construções culturais, internalizadas pelos indivíduos ao longo de seu processo de desenvolvimento. Os atributos necessários e suficientes para definir um conceito são estabelecidos por características dos elementos encontrados no mundo real, selecionados como relevantes pelos diversos grupos culturais. É o grupo onde o indivíduo se desenvolve que vai lhe fornecer, pois, o universo de significados que ordena o real em categorias conceitos, nomeadas por palavras da língua desse grupo (OLIVEIRA, apud REGO, 1995).

De acordo com Vygotsky, o desenvolvimento e a aprendizagem são interrelacionados desde o nascimento da criança. Como já mencionamos, desde muito pequenas, através do meio físico social, as crianças realizam uma série de aprendizados.

No seu cotidiano, observando, experimentando, imitando e recebendo instruções das pessoas mais experientes de sua cultura, aprende a fazer perguntas e também a obter respostas para uma série de questões. Como membro de um

grupo sócio-cultural determinado, ela vivencia um conjunto de experiências e opera sobre todo o material cultural (conceitos, valores, idéias, objetos concretos, concepção de mundo etc.) a que tem acesso. Deste modo muito antes de entrar na escola, já constitui uma série de conhecimentos do mundo que a cerca. Por exemplo, antes de estudar matemática na escola, a criança já teve experiências com quantidade, e, portanto, já lidou com noções matemáticas.

No entanto, ao ingressar na escola, um outro tipo de conhecimento se processa. Para explicar o papel da escola no processo de desenvolvimento do indivíduo, Vygotsky faz uma importante distinção entre os conhecimentos construídos na experiência pessoal, concreta e cotidiana das crianças, que ele chamou de conhecimentos cotidianos ou espontâneos e aqueles elaborados em sala de aula, adquiridos por meio do ensino sistemático, que chamou de conceitos científicos.

Os conceitos cotidianos ou espontâneos referem-se àqueles conceitos construídos a partir da observação, manipulação e vivência direta da criança. Por exemplo a partir de seu dia-a-dia, a criança pode construir o conceito “gato”. Essa palavra resume e generaliza as características deste animal (não importa o tamanho, a raça, a cor etc.) e o distingue de outras categorias tal como livro, estante, pássaro. Os conceitos científicos se relacionam àqueles eventos não diretamente acessíveis à observação ou ação imediata da criança: são os conhecimentos sistematizados, adquiridos nas interações escolarizadas. Por exemplo, na escola (provavelmente na aula de ciências), o conceito “gato” pode ser ampliado e tornar-se ainda mais abstrato e abrangente. Será incluído num sistema conceitual de abstrações graduais, com diferentes graus de generalização: gato, mamífero, vertebrado, animal, ser vivo constitui uma série de palavras que, partindo do objeto concreto “gato” adquire cada vez mais abrangência e complexidade (REGO, 1995, p. 77).

Apesar de diferentes os dois tipos de conceito estão intimamente relacionados e se influenciam mutuamente, pois fazem parte, na verdade, de um mesmo

processo: o desenvolvimento da formação de conceitos. "Frente ao conhecimento sistematizado desconhecido, a criança busca significá-lo através de sua aproximação com outros já conhecidos, já elaborados e internalizados. Ela busca enraizá-lo na experiência concreta. Do mesmo modo, um conceito espontâneo nebuloso, aproximado a um conceito sistematizado, coloca-se num quadro de generalização" (FONTANA, apud REGO, 1995, p. 78).

Um processo de formação de conceitos, fundamental no desenvolvimento dos processos psicológicos superiores, é longo e complexo, pois envolve operações intelectuais dirigidas pelo uso das palavras (tais como: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar).

Para aprender um conceito, é necessário, além das informações recebidas do exterior, uma intensa atividade mental por parte da criança. Portanto um conceito não é aprendido por meio de um treinamento mecânico, nem tampouco pode ser transmitido pelo professor ao aluno: "o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante a um papagaio, que simula um conceito de conhecimento dos conhecimentos correspondente, mas que na realidade oculta um vácuo" (VYGOTSKY, apud REGO, 1998, p. 78).

Segundo Vygotsky (1987), "as formas de atividades típicas do adulto (pensamento conceitual) estão embrionariamente presentes no pensamento infantil". O desenvolvimento dos processos, que finalmente resultam na formação de conceitos, começa na fase mais precoce da infância, mas as funções intelectuais que, numa combinação específica, formam a base psicológica do processo de formação de conceitos amadurece, se configura e se desenvolve somente na puberdade (REGO, 1995, p. 78).

Vygotsky ressalta, no entanto, que, se o meio ambiente não desafiar, exigir e estimular o intelecto do adolescente, esse processo poderá se atrasar ou mesmo não se completar, ou seja, poderá não conquistar estágios mais elevados de raciocínio. “Isto quer dizer que o pensamento conceitual é uma conquista que depende não somente do esforço individual, mas principalmente do contexto em que o indivíduo se insere, que define, aliás, seu ponto de chegada” (REGO, 1995, p. 79).

Na perspectiva vygotskyana, embora os conceitos não sejam assimilados prontos, o ensino escolar desempenha um papel importante na formação dos conceitos de um modo geral e dos científicos em particular. A escola propicia às crianças um conhecimento sistemático sobre aspectos que não estão associados ao seu campo de visão ou vivência direta (como no caso dos conceitos espontâneos). Possibilita que o indivíduo tenha acesso ao conhecimento científico construído e acumulado pela humanidade. Por exemplo, operações que exigem consciência e controle deliberado, permite ainda que as crianças se conscientizem dos próprios processos mentais (processos metacognitivos) (REGO, 1995).

Podemos concluir que, desse ponto de vista, o aprendizado escolar exerce significativa influência no desenvolvimento das funções psicológicas superiores, justamente na fase em que elas estão em amadurecimento.

4.9 Algumas implicações educacionais da abordagem Vygotskyana

A obra de Vygotsky pode significar uma grande contribuição para a área da educação, na medida em que traz importantes reflexões sobre o processo de formação das características tipicamente humanas e, como conseqüências, suscita questionamentos, aponta diretrizes e instiga a formulação de alternativas no plano pedagógico (MIGUET et al, 1998).

- A partir da teoria de Vygotsky a aprendizagem é concebida como o motor de desenvolvimento, o que implica a importância do processo de aprendizagem, já que será ele que vai condicionar a maneira na qual a pessoa vai se configurar.
- Por causa da função que Vygotsky atribui a aprendizagem, os processos educativos adquirem especial importância e são concebidos como a “facilitação externa e mediadores para sua internalização” (Pozo, 1989, p.198). A partir desta afirmação se pode deduzir que o trabalho do educador deve ser o de potencializar todas as ações que ajudem a criança a dispor de ferramentas que lhe permitam a autoconstrução.
- A teoria de Vygotsky e mais especificamente, seu conceito de zona de desenvolvimento proximal, nos apresenta como um instrumento para compreender o desenvolvimento interno da criança, quer dizer, nos permite formar uma representação de como chegam a consolidar-se os processos psicológicos internos através do processo de aprendizagem e da internalização do mesmo.
- Vygotsky nos apresenta um processo evolutivo que podemos caracterizar por sua “unidade” e por sua “dinamicidade”. Unidade enquanto a pessoa é concebida globalmente, como um ser único no qual se produzem uma série de aprendizagens e experiências; dinamicidade , enquanto é um processo em contínua transformação.
- Outra das contribuições de Vygotsky centra-se no que se refere a utilidade diagnóstica do conceito de “Zona de Desenvolvimento Proximal”, quer dizer com base no nível potencial de desenvolvimento de uma pessoa (e em seu nível real de desenvolvimento), pode estabelecer-se tanto o diagnóstico do seu estado evolutivo nesse momento como um prognóstico a respeito do futuro próximo de tal estado.

Devemos lembrar aqui a crítica estabelecida por Vygotsky em relação aos testes que tentando “medir” o desenvolvimento mental de uma pessoa, o fazem somente com base naquelas funções que já estão amadurecidas e que o sujeito pode

desempenhar por si mesmo. Tal tipo de “mediação” é, a partir da teoria vygotskyana, uma interpretação pouco válida do processo evolutivo, já que se dedica estudar “fatos consumados” ou “condutas fossilizadas”, nas palavras de Vygotsky, em vez de preocupar-se com as funções que estão amadurecendo neste momento. É por isso que Vygotsky, contrariamente à posição segundo a qual somente a atividade independente da criança é indicativa de seu nível de desenvolvimento mental, aponta a importância das atividades que ela pode realizar com ajuda, já que estas são mais indicativas do estado evolutivo da pessoa.

- Se a aprendizagem é concebida como o motor do desenvolvimento e deve centrar-se nas funções que estão amadurecendo, teremos que afirmar a ineficácia das atividades de aprendizagem que estejam dirigidas a níveis educativos já alcançados, já que se deve alcançar aquilo que ainda não se tem, porque “o que já se sabe não se pode aprender”
- A posição, na qual fica a imitação dentro da teoria de Vygotsky, nos convida a potencializar o trabalho em grupo como uma possível fonte de aprendizagem. Não que seja Vygotsky quem formule a importância desta maneira de trabalhar, mas sua teoria pode nos servir como justificação teórica das atividades realizadas em grupo, já que podem facilitar, mediante o contexto com outras pessoas, que se dê continuidade ao amadurecimento de funções mentais.
- Toda ação educativa tem que se integrar a dois princípios básicos da teoria vygotskyana; a lei da dupla função e a zona de desenvolvimento proximal, já que a mediação através da interação social possibilita o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores como resultado intrapessoal de processos interpessoais.

Contudo, como não é qualquer interação que produz desenvolvimento, deve-se insistir em que as interações educativas se dêem dentro da zona de desenvolvimento proximal, através da definição de situações de interação

adequadas que possibilitem a “colocação de andaimes ideacionais e operacionais”.

Temos que levar em conta que a teoria de Vygostky a respeito da relação entre os processos de aprendizagem e os processos de desenvolvimento apresenta-se a nós, educadores, como um princípio teórico que pode guiar nossa prática quando desenhamos nossa atividade educativa, assim como uma ferramenta que nos facilita a compreensão das atividades da criança no processo de ensino e aprendizagem (MIGUET et al, 1998, p. 126).

A qualidade e a originalidade do pensamento de Vygostky é inegável, assim como suas contribuições no plano educacional, já que sugere um novo paradigma que possibilita um modo diferente de olhar a escola, o conhecimento, a criança, o professor e até a sociedade. Todavia a educação escolar não pode querer se alimentar única e exclusivamente de seus princípios, já que esta abordagem (assim como as demais correntes teóricas da Psicologia) não tem condições de dar respostas a todas as inúmeras questões suscitadas na prática cotidiana.

A educação, por ser uma intervenção na realidade social, é um fenômeno multifacetado composto por um complexo de perspectivas e enfoques. Não pode, portanto, ser considerada como uma ciência isolada nem tão pouco aprendida mediante categorias de um único campo epistemológico, já que várias disciplinas autônomas convergem para a constituição de seu objeto. Ou seja, a prática pedagógica é influenciada por múltiplas dimensões: social, política, filosófica, ética, técnica, histórica etc., e, dentre essas a dimensão psicológica (SEVERINO, apud REGO 1995, p. 124).

Apesar da psicologia não dar conta sozinha da complexidade do ato educativo, pode significar uma contribuição efetiva para melhorias no plano pedagógico.

Respeitando as devidas limitações, os estudos psicológicos para a compreensão das características psicológicas e sócio-culturais do aluno e de como se dão as relações entre aprendizado, desenvolvimento e educação.

Por isso é necessário que o educador tenha informações de diversas áreas do conhecimento e, dentro da psicologia as diversas teorias já elaboradas. Sendo assim, não é o caso de ter que fazer, por exemplo uma escolha entre a obra de Vygotsky, a do biólogo e epistemológico suíço Jean Piaget, ou do médico, psicólogo e educador francês Henri Wallon, já que as diferentes perspectivas apontadas por cada um desses pesquisadores pode significar um fator de enriquecimento no esforço de aprimoramento da prática pedagógica.

Tratar os postulados de Vygotsky de modo dogmático contraria inclusive a sua forma de encarar o conhecimento, já que foi um pensador inquieto e interdisciplinar, que tentou buscar informações de diversas áreas do conhecimento com vistas a ultrapassar o estado de conhecimento de seu tempo. Ser coerente com suas proposições, significa, portanto entender suas idéias não como ponto de chegada mas sim como de partida para novos estudos e descobertas (REGO, 1995, p. 126).

Entre as teorias cognitivas de aprendizagem, a proposta de Ausubel (1973; Ausubel, Novak e Hanesian,1978; Novak,1977; Novak e Gowin,1984), é especialmente interessante, após a teoria de Vygotsky, já que está centrada na aprendizagem produzida em um contexto educativo isto é, num marco de uma situação de interiorização ou assimilação, através da instrução. Além disso, a teoria de Ausubel ocupa-se especialmente dos processos de aprendizagem/ensino dos conceitos científicos a partir dos conceitos previamente formados pela criança em sua vida cotidiana (POZO,1998).

Na terminologia de Vygotsky diríamos que Ausubel desenvolve uma teoria a respeito da interiorização ou assimilação, através da instrução, dos conceitos verdadeiros, que são construídos a partir de conceitos previamente formados ou

“descobertos” pela criança em seu meio. Da mesma maneira que outras teorias organicistas – ou verdadeiramente construtivista – Ausubel acentua sua teoria de organização do conhecimento em estruturas que são produzidas devido à interação entre tais estruturas presentes no sujeito e a nova informação. Porém diferentemente de outras posições organizacionistas, como a de Piaget ou a da própria Gestalt, Ausubel acredita, da mesma forma que Vygotsky, que, para que tal reestruturação aconteça, é preciso uma instrução formalmente estabelecida, na qual esteja presente de maneira organizada e explícita a informação que deve desequilibrar as estruturas existentes. A diferenciação entre a aprendizagem e o ensino é justamente o ponto de partida da teoria de Ausubel (POZO, 1998, p. 209).

Ainda que não nos possamos ocupar aqui das estratégias de ensino, a distinção entre aprendizagem e ensino supõe a velha e falsa dicotomia entre o ensino tradicional e o inapropriamente denominado “ensino ativo”, dicotomia sustentada da diferenciação entre processos de aprendizagem e estratégias de ensino. Ausubel mostra que, ainda que a aprendizagem e a instrução interatuem, são relativamente independentes, de tal maneira que determinadas formas de ensino não conduzem forçosamente a um determinado tipo de aprendizagem. Mais especificamente, tanto a aprendizagem significativa quanto a aprendizagem mnemônica são possíveis em ambos os tipos de ensino, o receptivo (expositivo) e o ensino por descobrimentos (ou pesquisa).

Ausubel diferencia entre aprendizagem mnemônica e significativa. Segundo Ausubel, uma aprendizagem é significativa quando “pode relacionar-se de uma maneira arbitrária e substancial (não ao pé da letra) com o que o aluno já sabe” (Ausubel, Novak e Hanesian, 1978, p. 37). Em outras palavras uma aprendizagem é significativa quando pode ser incorporada às estruturas de conhecimento que possui o sujeito, isto é quando o novo material adquire significado para o sujeito, a partir de sua relação com conhecimentos anteriores. Para tanto é necessário que a matéria a ser aprendida possua um significado em si mesma, ou seja, que exista uma relação não arbitrária ou simplesmente associativa entre suas partes.

Adicionalmente, porém, é necessário que o aluno disponha dos requisitos cognitivos necessários para assimilar esse significado (POZO, 1998).

A aprendizagem mnemônica ou por repetição é aquela que os conteúdos estão relacionados entre si de maneira arbitrária, ou seja, carecendo de qualquer significado para a pessoa que aprende. Além das diferenças cognitivas, ambas as extremidades do contínuo de aprendizagem se diferenciam também pelo tipo de motivação que estimulam e pelas atitudes do aluno diante da aprendizagem.

Apresentar-se-á, a seguir, a diferença entre a aprendizagem significativa e a aprendizagem mnemônica:

Aprendizagem significativa.

- Incorporação substantiva, não arbitrária e não verbal, de novos conhecimentos à estrutura cognitiva.
- Esforço deliberado para relacionar os novos conhecimentos com conceitos de nível superior, já existentes na estrutura cognitiva.
- Aprendizagem relacionada com experiências, fatos ou objetos.
- Envolvimento afetivo para relacionar os novos conhecimentos com aprendizagens anteriores.

Aprendizagem mnemônica:

Incorporação não substantiva, arbitrária e verbal, de novos conhecimentos estrutura cognitiva.

- Nenhum esforço para integrar os novos conhecimentos a conceitos já existentes na estrutura cognitiva.
- Aprendizagem não relacionada com experiências, fatos e objetos.
- Nenhuma implicação efetivamente relacionando aos novos conhecimentos às aprendizagens anteriores.

É evidente que ao estabelecer tal distinção, Ausubel está assinalando que a aprendizagem das estruturas conceituais envolve uma compreensão das mesmas,

e que tal compreensão não pode ser alcançada somente por procedimentos associativos (ou mnemônicos). No entanto, Ausubel admite que, em muitos momentos da aprendizagem escolar ou extra escolar, podem existir aspectos mnemônicos. A aprendizagem mnemônica, porém, vai perdendo gradativamente sua importância à medida que a criança adquire mais conhecimentos, já que ao aumentar tais conhecimentos se facilita o estabelecimento de relações significativas com qualquer material (por exemplo, a aprendizagem do vocabulário de uma segunda língua não será exclusivamente mnemônica, já que pode basear-se em relações de significado estabelecidas já na língua materna). Em qualquer caso, segundo Ausubel, a aprendizagem significativa será geralmente mais eficaz do que a aprendizagem mnemônica. Essa maior eficácia se deveria às três vantagens essenciais da compreensão ou assimilação em relação à repetição: produzir uma retenção mais duradoura de informação, facilitar novas aprendizagens vinculadas e produzir mudanças profundas – ou significativas – que persistem além do esquecimento dos detalhes concretos. Em troca, a aprendizagem mnemônica somente será superior no caso – extremamente freqüente – de que a avaliação da aprendizagem precise de uma lembrança literal da original (NOVAK, apud POZO, 1998).

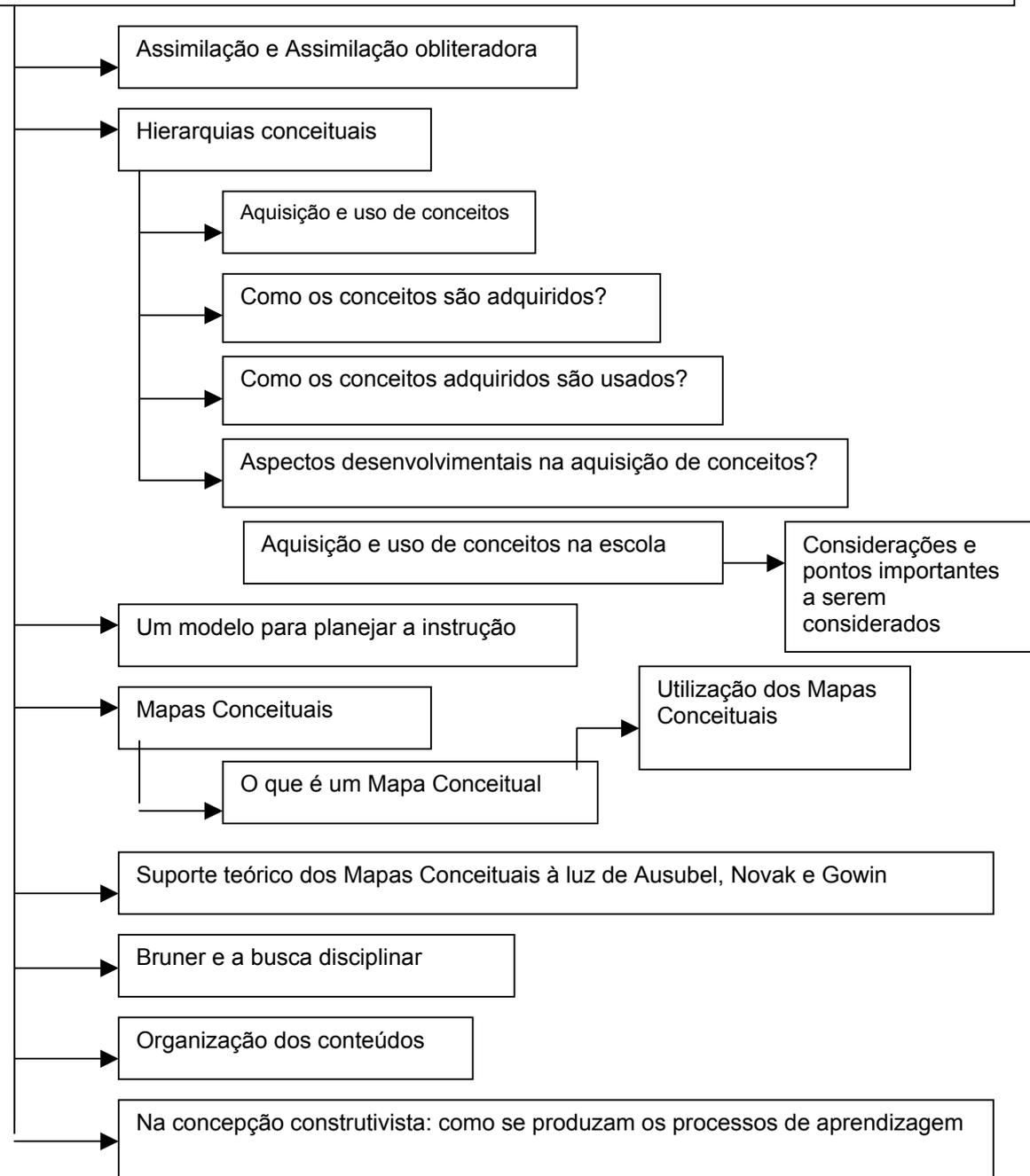
Devemos lembrar que os tipos de aprendizagem constituiriam um contínuo e não uma simples dicotomia, razão pela qual a aprendizagem mnemônica e a significativa não são excludentes, mas podem coexistir. No entanto, a teoria de Ausubel dedica-se exclusivamente a analisar como se produz a aquisição de novos significados, sendo a repetição ou a memorização somente levada em conta na medida em que possa interferir nessa aquisição.

Logo, quando se produz aprendizagem significativa? Segundo Ausubel (1982), para que aconteça uma aprendizagem significativa é necessário que, tanto o material que se deve aprender como o sujeito que o deve aprender, satisfaçam determinadas condições. Em relação ao material, é necessário que seja arbitrário, isto é, que possua significado em si mesmo. Um material possui significado lógico

ou potencial se seus elementos estão organizados e não somente sobrepostos. É difícil que se possa aprender significativamente aqueles materiais que não têm significado. Contudo há décadas, o estudo da aprendizagem humana, nos laboratórios de psicologia se baseia em materiais sem significado, como sílabas ou dígitos sem sentido. Para que exista aprendizagem significativa, o material deve estar composto por elementos "organizados" em uma estrutura de tal forma que as diferentes partes dessa estrutura se relacionem entre si de maneira não arbitrária.

Porém, nem sempre os materiais estruturados com lógica são aprendidos significativamente. Para tanto é necessário, além disso, que se cumpram outras condições nas pessoas que devem aprendê-los. Em primeiro lugar é necessária uma *predisposição* para aprendizagem significativa. Tendo em vista que compreender requer sempre um esforço, a pessoa deve ter algum motivo para esforçar-se, caso contrário limita-se a repetir a matéria, sem estabelecer relações, não havendo aprendizagem significativa. Uma das razões pela qual se desenvolve nos alunos uma predisposição para aprendizagem repetitiva em relação a materiais potencialmente significativos consiste em que, as respostas substancialmente corretas precisam ter correspondência literal com o que lhes foi ensinado, caso contrário, não são válidas para alguns professores (POZO, 1998, p. 213).

A construção humana através da aprendizagem significativa: David Ausubel



4.10 A construção humana através da aprendizagem significativa:

David Ausubel

Ausubel é um representante do cognitivismo e, como tal propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, segundo um ponto cognitivista, embora, embora reconheça a importância da experiência afetiva.

Quando se fala em aprendizagem segundo um construto cognitivista, está se encarando a aprendizagem como um processo de armazenamento da informação, condensação em classes mais genéricas de conhecimentos, que são incorporados a uma estrutura no cérebro do indivíduo, de modo que esta possa ser manipulada e utilizada no futuro. É a habilidade das informações que deve ser desenvolvida.

Para Ausubel, aprendizagem significa organização integração do material na estrutura cognitiva. Como outros teóricos ele se baseia na premissa de que existe uma estrutura da qual a organização e a integração se processam. É a estrutura cognitiva, entendida como conteúdo total de idéias de um certo indivíduo e sua organização; ou conteúdo e organização de idéias em uma área particular de conhecimento.

É o complexo organizado resultante dos processos cognitivos, ou seja dos processos mediante os quais se adquire e se utiliza o conhecimento (MOREIRA & MASINI, 2001, p. 4).

Novas idéias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem as novas idéias e conceitos.

A experiência cognitiva não se restringe a influência direta dos conceitos já aprendidos sobre os componentes da nova aprendizagem, mas abrange também

modificações significativas nos atributos relevantes da estrutura cognitiva pela influência do novo material. Há, pois, um processo de interação pelo qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material, funcionando como ancoradouro, isto é, abrangendo e integrando o material novo e, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem.

A aprendizagem significativa processa quando material novo, idéias e informações, que apresentam uma estrutura lógica interagem com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para a sua diferenciação, elaboração e estabilidade. Essa interação constitui, segundo Ausubel (1968, pp.37-39) citado por Moreira & Masini, 2001, p.4), “uma experiência consciente, claramente articulada e precisamente diferenciada que emerge quando sinais, símbolos, conceitos e proposições potencialmente significativas são relacionados a estrutura cognitiva e nela incorporados”.

Significado, segundo Ausubel é, pois, um produto “fenomenológico” (citado por Moreira & Masini, (1996, p.2), “quando o indivíduo decide de forma ativa, por meio de uma ampliação ou aprofundamento da consciência por sua própria elaboração e compreensão”) do processo de aprendizagem, no qual o significado potencial, inerente aos símbolos, converte-se em conteúdo cognitivo, diferenciado para um determinado indivíduo.

O significado potencial converte-se em significado “fenomenológico”, o indivíduo empregando um determinado padrão de aprendizagem, incorpora seu símbolo que é potencialmente significativo em sua estrutura cognitiva.

Diz-se que o material simbólico é potencialmente significativo quando pode ser relacionado de forma substantiva e não arbitrária, a uma estrutura cognitiva hipotética que possui antecedentes, isto é, conteúdo ideacional e maturidade intelectual. Desde que o significado seja fenomenológico, o material a ser

aprendido deverá ser relacionado a estrutura cognitiva particular do ser que aprende (MOREIRA & MASINI, 2001, p. 5).

Os cognitivistas sustentam que a aprendizagem de material significativo é, por excelência, um mecanismo humano para adquirir e reter uma vasta quantidade de idéias e informações de um corpo de conhecimento. A posse de habilidades que tornam possível a aquisição, retenção e aparecimento de conceitos na estrutura cognitiva, é que capacitará o indivíduo a adquirir significados.

A idéia central da teoria de Ausubel é a de que o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. A idéia é simples, mas a explicação de como e por que esta idéia é defensável é complexa (NOVAK, apud MOREIRA & MASINI, 2001, p.6).

O conceito mais importante da teoria de Ausubel é o de 'aprendizagem significativa'. Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Ou seja, neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como 'conceitos subsunçores' ou, simplesmente, subsunçores (subsumers), existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em 'conceitos relevantes' preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Ausubel vê o armazenamento da informação no cérebro humano como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual os elementos mais específicos de conhecimento estão ligados e assimilados a conceitos mais gerais, mais inclusivos. 'Estrutura cognitiva' significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos, que são abstrações da experiência do indivíduo (MOREIRA & MASINI, 2001, p. 7-8).

Subsunçores é o conhecimento que existe na estrutura cognitiva do aluno – servem de subsunçores para as novas informações. Entretanto este processo de

ancoragem da nova informação resulta em crescimento e modificação do conceito subsunçor. Isto significa que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos, dependendo da freqüência que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor ((Moreira & Masini, 2001, p.8). Uma vez que os novos conceitos são aprendidos de forma significativa, em associação com os conceitos gerais preexistentes, estes tornar-se-ão mais elaborados, mais gerais e mais subsunçores, portanto mais diferenciado.

Contrastando com a aprendizagem significativa, Ausubel define a 'aprendizagem mecânica'(rote learning), como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma associação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação com aquela já armazenada.O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos. A aprendizagem de pares de sílabas; memorização de fórmula, leis e conceitos, podem ser tomados como exemplos de aprendizagem mecânica. Na verdade Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e mecânica como sendo uma dicotomia , e sim como um continuum. Da mesma forma, essa distinção não deve ser confundida como a que há entre a aprendizagem por descoberta e a aprendizagem por recepção. Segundo Ausubel, na aprendizagem por recepção o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, enquanto que na aprendizagem por descoberta o conteúdo principal a ser aprendido é descoberto pelo aprendiz. Entretanto, após a descoberta em si, a aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto ligar-se a conceitos subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva. Ou seja, quer por recepção ou por descoberta, a recepção é significativa, segundo a concepção ausubeliana, se a nova informação incorporar-se de forma não arbitrária à estrutura cognitiva.

De onde vem os subsunçores?

Supondo que a aprendizagem significativa deve ser preferida em relação à aprendizagem mecânica, e que isso supõe a existência prévia de conceitos subsunçores, o que fazer quando esses não existem? Como pode a aprendizagem ser significativa neste caso? De onde vêm os subsunçores? Como se formam?

Uma resposta plausível é que a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um indivíduo adquire informação numa área de conhecimento completamente nova para ele. Isto é, a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos de conhecimento, relevantes a novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possa servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados. A medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações.

Outra resposta possível é que, em crianças pequenas, os conceitos são adquiridos principalmente mediante processo conhecido como formação de conceitos, o qual envolve generalizações de instâncias específicas. Porém ao atingir a idade escolar, a maioria das crianças já possui um conjunto adequado de conceitos que permite a aprendizagem significativa por recepção. A partir daí, apesar de que, ocasionalmente, ocorra ainda a formação de conceitos, a maioria dos novos é adquirida através de assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de conceitos (Novak, 1977), processos que serão discutidos posteriormente (MOREIRA & MASINI, 2001, p. 7-8).

A formação de conceitos, característica na criança em idade pré-escolar, é a aquisição espontânea de idéias genéricas por meio da experiência empírico concreta. É um tipo de aprendizagem por descoberta, envolvendo de forma primitiva, certos processos psicológicos. Consiste essencialmente num processo de abstração dos aspectos comuns característicos de uma classe de objetos e eventos que varia contextualmente.

A assimilação de conceitos é, caracteristicamente, a forma pela qual as crianças mais velhas, bem como os adultos, adquirem novos conceitos pela recepção de seus atributos criteriais e pelo relacionamento desses atributos com idéias relevantes já estabelecidas em sua estrutura cognitiva.

Os conceitos não-espontâneos através de significado categórico generalizado, passam a predominar, somente próximo a adolescência e em indivíduos que passam por uma escolarização. O indivíduo pode adquirir conceitos de modo muito mais eficiente e passa significativamente, a relacionar os atributos criteriais do novo conceito a sua estrutura cognitiva, sem necessitar relacioná-los anteriormente a instâncias particulares que o exemplifiquem.

O aspecto mais significativo do processo de assimilação de conceitos, em outras palavras, envolve a relação, de modo “substantivo” e ‘não-arbitrário’, de idéias relevantes estabelecidas na estrutura cognitiva do aprendiz com conteúdo potencialmente significativo, implícito nas definições dos termos ou das pistas contextuais (atributos criteriais). O surgimento fenomenológico do novo significado genérico na aprendizagem é o produto dessa interação e reflete:

- O conteúdo real dos atributos criteriais do novo conceito e das ‘idéias-âncora’, as quais se relacionam;
- O tipo de relação estabelecida entre eles – derivada, elaborada qualificada ou superordenada.

A construção de conceitos por meio de aprendizagem receptiva não é apenas um processo passivo de abstração. Apesar de não ser do mesmo tipo do da formação de conceitos, é basicamente caracterizado por um processo ativo de interação com os conceitos já adquiridos. Quanto mais ativo for este processo, mais significativos e úteis serão os conceitos. É importante, pois, indagar como é possível tornar mais ativo este processo. Uma discussão mais detalhada sobre aquisição dos conceitos, falaremos mais à frente.

Ausubel, por outro lado, recomenda o uso de organizadores prévios, que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente. O uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa. Os organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido. Contrariamente a sumários que são ordinariamente apresentados ao mesmo nível de abstração, generalização e inclusividade, destacando certos aspectos do assunto, os organizadores são apresentados num nível mais alto. Segundo o próprio Ausubel, no entanto, a principal função do organizador prévio a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, afim de que o material possa ser aprendido de forma significativa. Ou seja, os organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida que funcionam como “pontes cognitivas”.

A principal função dos organizadores é, então, superar os limites entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele precisa saber, antes de poder aprender tarefa apresentada. Permite promover uma moldura ideacional para a incorporação e retenção do material mais detalhado e diferenciado que se segue na aprendizagem, bem como aumentar a discriminabilidade entre este e um similar já incorporado na estrutura cognitiva ou ainda, ressaltar as idéias ostensivamente conflitivas. No caso do material totalmente não-familiar, um organizador “expositório” é usado para promover subsunçores relevantes aproximados. Esses subsunçores sustentam uma relação superordenada com novo material fornecendo em primeiro lugar, uma ancoragem ideacional em termos do que já é familiar para o aprendiz. No caso do material relativamente familiar, um organizador “comparativo” é usado para integrar novas idéias com conceitos basicamente similares existentes na estrutura cognitiva, bem como para aumentar a discriminabilidade entre as idéias novas e as já existentes, as quais possam parecer similares a ponto de confundirem (AUSUBEL, apud MOREIRA & MASINI, 2001, p.12).

Por várias razões, os organizadores específicos, deliberadamente construídos para cada uma das unidades a ensinar, devem ser mais efetivos do que simples comparações introdutórias entre o material novo e o já conhecido. Sua vantagem é permitir ao aluno um aproveitamento das características de um subsunçor, ou seja:

- Identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
- Dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
- Promover elementos organizacionais inclusivos, que levem em consideração mais eficientemente e ponha em melhor destaque o conteúdo específico do novo material.

Os organizadores são mais eficientes quando apresentados no início das tarefas de aprendizagem do que quando introduzidos simultaneamente com o material aprendido, pois dessa forma suas propriedades integrativas ficam salientadas. Para serem úteis, porém, precisam ser formulados em termos familiares ao aluno, para que possam ser aprendidos, e devem contar com boa organização do material de aprendizagem para terem valor de ordem pedagógica. Embora a utilização dos organizadores seja apenas uma estratégia proposta por Ausubel para manipular a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa, este tem sido o aspecto mais pesquisado da teoria. Muitas comparações entre grupos experimentais que usaram organizadores e grupos de controle que não os usaram, já foram feitas. Os resultados tem sido controvertidos, porque nesses experimentos, certos aspectos mais relevantes da teoria tenham sido ignorados. Por exemplo, de acordo com a teoria, não se pode esperar que os organizadores facilitem a aprendizagem de informações “sem significado”, e sim de material potencialmente significativos.

A condições para a aprendizagem significativa pressupõe que:

- O material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz, i.e., relacionável com a estrutura de conhecimento de forma não-arbitrária e não literal (substantiva);
- O aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não arbitrária a sua estrutura cognitiva.

A primeira dessas condições depende, obviamente, de dois fatores principais, quais sejam, a natureza do material a ser aprendido e a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz. Quanto à natureza do material deve ser “logicamente significativa”, i. é., suficientemente não-arbitrária e não aleatória em si, de modo que possa ser relacionada, de forma substantiva e não arbitrária a idéias correspondentemente relevantes que se situem dentro do domínio da capacidade humana de aprender. Quanto a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz, nela devem estar disponíveis os conceitos subsunçores específicos, com os quais o novo material é relacionável.

A segunda condição traz implícito que, independentemente de quão significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz é, simplesmente a de memoriza-lo arbitrariamente e literalmente, tanto seu processo de aprendizagem quanto o seu produto serão mecânicos e sem significado. (Reciprocamente, independente de quão predisposto estiver o indivíduo, nem o processo nem o produto serão significativos se o material não for potencialmente significativo). (MOREIRA & MASINI, 2001, p.14).

Do ponto de vista de Ausubel (apud Moreira & Masini, 2001, p.14) a compreensão genuína de um conceito ou de uma proposição implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis. Porém ao testar esse conhecimento simplesmente pedindo ao estudante que digam, quais os atributos criteriais de um conceito ou os elementos essenciais de uma proposição, pode-se obter apenas respostas mecanicamente memorizadas. Ausubel argumenta que uma longa experiência em fazer exames faz com que os alunos se habituem a memorizar

não só proposições e fórmulas, mas também causas, exemplos, explicações e maneiras de resolver “problemas típicos”. Propõe, então, que, ao se procurar evidências de compreensão significativa, a melhor maneira de se evitar a “simulação da aprendizagem significativa” é utilizar questões e problemas que sejam novos e não familiares e requeiram máxima transformação do conhecimento existente.

Textos de compreensão, deve no mínimo, serem fraseados de forma diferente e apresentados num contexto de alguma forma diverso daquele originalmente encontrado no material instrucional. Solução de problemas é, sem dúvida, um método válido e prático de se procurar evidência de aprendizagem significativa. Porém, Ausubel chama a atenção para o fato de que o aprendiz não é capaz de resolver um problema, isso não significa, necessariamente, que ele tenha somente memorizado os princípios e conceitos relevantes à solução do problema, pois esta implica, também, certas habilidades além da compreensão.

Outra possibilidade é solicitar aos estudantes que diferenciem idéias relacionadas, mas não idênticas, ou que identifique os elementos de um conceito ou proposição de uma lista, contendo também os elementos de outros conceitos e proposições similares. Além dessas uma outra alternativa é testar a ocorrência de aprendizagem significativa e de propor ao aprendiz uma tarefa de aprendizagem, seqüencialmente dependente de outra, que não possa ser executada sem um perfeito domínio da precedente (MOREIRA & MASINI, 2001, p.15).

4.11 Assimilação e Assimilação Obliteradora

Para tornar mais claros e precisos o processo de aquisição e organização de significados na estrutura cognitiva, introduz-se o princípio da assimilação. A hipótese de assimilação ajuda a explicar como o conhecimento é organizado na estrutura cognitiva.

O processo de assimilação mesmo após o aparecimento do significado, a relação entre as idéias âncora e as assimiladas permanece na estrutura cognitiva.

Ausubel descreve o processo de “subsunção” por meio do que ele chama de “princípio de assimilação”, o qual é representado simbolicamente da seguinte maneira: A nova informação, potencialmente significativa > Relacionada e assimilada por > Conceito subsunçor existente na estrutura cognitiva > Produto interaciona (subsunçor modificado).

Ausubel sugere que a assimilação ou ancoragem provavelmente tem um efeito facilitador na retenção. Para explicar como as novas informações recentemente assimiladas permanecem disponíveis durante o período de retenção, ele admite que, durante um período de tempo variável, elas permanecem dissociáveis de suas idéias-âncora e, portanto, reproduzíveis como entidades individuais.

Após a aprendizagem significativa, começa o segundo estágio de subsunção: a *assimilação obliteradora*. As novas informações tornam-se, espontâneas progressivamente menos dissociáveis de suas idéias-âncora (subsunçores) até que não, mais estejam disponíveis, i. e., não mais reproduzidas como entidades individuais. O esquecimento é, portanto, uma continuação temporal do mesmo processo de assimilação que facilita a aprendizagem e o processo de retenção.

Portanto, apesar de que a retenção é favorecida pelo processo de assimilação, o conhecimento assim adquirido está ainda sujeito à influência erosiva de uma tendência reducionista da organização cognitiva: é mais simples e econômico reter apenas as idéias, conceitos e proposições mais gerais e estáveis do que as novas idéias assimilativas (MOREIRA & MASINI, 2001, p.18).

As vantagens da assimilação obliteradora para a função cognitiva ocorrem às custas de perda de diferenciação do conjunto de idéias detalhadas e de informações específicas que constitui o corpo de conhecimentos. Por outro lado,

existe um problema na aquisição do conteúdo de uma disciplina acadêmica é neutralizar o processo inevitável da assimilação obliteradora que caracteriza toda a aprendizagem significativa; pois é pelos aspectos relevantes mais estáveis de uma estrutura cognitiva que a nova aprendizagem e a retenção podem ser facilitadas.

Novak apud Morais (2001) que a aprendizagem superordenada se dá quando o conceito ou proposição potencialmente significativo mais geral ou inclusivo do que idéias ou conceitos na estrutura cognitiva é adquirido, e passa a assimilá-lo. Em outras palavras, à medida que ocorre a aprendizagem significativa, além da elaboração dos conhecimentos subsunçores é possível a interação entre esses conceitos. Por exemplo, à medida que a criança desenvolve o conceito de cão, gato, leão, etc., ela pode mais tarde aprender que esses conceitos são subordinados ao conceito de mamífero. E à medida que o conceito de mamífero é desenvolvido, os previamente aprendidos assumem a condição de subordinados e o de mamífero representa uma aprendizagem superordenada.

À medida que a aprendizagem significativa ocorre, conceitos são desenvolvidos, elaborados e diferenciados em decorrência de sucessivas interações. Do ponto de vista ausubeliano, o desenvolvimento de conceitos é facilitado quando os elementos mais gerais, mais inclusivos de um conceito, são introduzidos em primeiro lugar e, posteriormente então, este é progressivamente diferenciado em termos de detalhe e especificidade. Segundo Ausubel, o princípio da diferenciação progressiva deve ser levado em conta ao se programar o conteúdo, i. e., as idéias mais gerais e mais inclusivas da disciplina devem ser apresentadas no início para, somente então, serem progressivamente diferenciadas, em termos de detalhe e especificidade. Ao propor isso Ausubel baseia-se em duas hipóteses:

- É mais fácil para o ser humano captar aspectos diferenciados em um todo mais inclusivo previamente aprendido, do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas;

- A organização do conteúdo de uma certa disciplina, na mente de um indivíduo, é uma estrutura hierárquica da qual as idéias mais inclusivas estão no topo da estrutura e, progressivamente, incorporam proposições conceitos fatos menos inclusivos e mais diferenciados.
- Entretanto a programação do conteúdo deve não só proporcionar a diferenciação progressiva, mas também explorar, explicitamente, relações entre proposições e conceitos, chamar a atenção para as diferenças e as similaridades importantes e reconciliar inconsistências reais e aparentes. Isso deve ser feito para atingir o que Ausubel chama de “reconciliação integrativa e que ele descreve como uma antítise a prática usual de livros de texto em separar idéias e tópicos em capítulos e seções”.

Portanto:

- A “diferenciação progressiva” é o princípio pelo qual o assunto deve ser programado de forma que as idéias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e, progressivamente diferenciadas, introduzindo os detalhes específicos necessários. Essa ordem de apresentação corresponde à seqüência natural da consciência, quando um ser humano é espontaneamente exposto a um campo inteiramente novo de conhecimento;
- A “reconciliação integrativa” é o princípio pelo qual a programação do material instrucional deve ser feita para explorar idéias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes.

Em situações práticas de aprendizagem, muitas vezes a dificuldade maior não está na discriminalidade, mas sim na aparente contradição entre os conceitos novos e idéias já estabelecidas na estrutura cognitiva. Frente a essa dificuldade, o aluno poderá descartar uma nova proposição como válida, tentar departamentá-la como aspecto isolado, sem liga-la a conhecimentos anteriores, ou, ainda buscar uma reconciliação integrativa sob subsunção mais inclusivo.

A diferenciação progressiva pode ser levada a efeito utilizando na programação de um assunto, uma série de organizadores hierarquizados em ordem decrescente de inclusividade.

Os “organizadores” iniciais fornecem um ancoradouro, num nível global, antes de o aprendiz ser confrontado com o novo material iniciando a seqüência.

Os “organizadores” podem, também, ser utilizados de acordo com o princípio de reconciliação integrativa, quando indicam explicitamente de que forma as idéias relacionadas são aprendidas previamente na estrutura cognitiva, são essencialmente similares e/ou diferentes das idéias e informações a aprender. Os organizadores devem mobilizar todos os conceitos válidos da estrutura cognitiva, potencialmente relevantes para desempenharem papel de subsunçor com o material novo. Este recurso permite grande economia de esforço na aprendizagem, evita o isolamento de conceitos similares e desencoraja a proliferação de esquemas múltiplos e confusos para representar idéias essencialmente equivalentes. Os organizadores aumentam ainda a discriminabilidade em favor das diferenças genuínas.

A progressiva viabilidade do estabelecimento de idéias relevantes na estrutura cognitiva para a aprendizagem significativa é que serve de fundamento para ao arranjo seqüencial das tarefas. Isto requer conhecimento: do nível de funções cognitivas; do nível de conhecimento dentro da área a ser ministrada; do nível de análise de seqüência lógica da tarefa e hierarquia do conteúdo a ser aprendido, considerando uma ordenação que possibilite a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (MOREIRA & MASINI, 2001, p. 23).

4.12 Hierarquias conceituais

Ausubel sustenta o ponto de vista de que cada disciplina acadêmica tem uma estrutura articulada hierarquicamente organizada de conceitos que constitui o

sistema de informações. Acredita que esses conceitos estruturais podem ser identificados e ensinados a um aluno constituindo, para ele um sistema de processamento de informações, um verdadeiro mapa intelectual que pode ser usado para analisar o domínio particular da disciplina e nela resolver problemas.

A determinação de quais conceitos mais gerais e mais inclusivos, de quais conceitos subordinados de um corpo de conhecimento e de como todos esses conceitos estão organizados, estrutural e hierarquicamente não é uma tarefa fácil. Porém, como já foi dito, do ponto de vista ausubeliano, o desenvolvimento do conceito procede-se da melhor forma quando os elementos mais gerais e inclusivos de um conceito são introduzidos e primeiro lugar e, então este é progressivamente diferenciado, em termos de detalhe e especificidade.

Por outro lado, Novak apud Moreira & Masini (2001, p.24), argumenta que, para atingir-se a reconciliação integrativa de forma mais eficaz, deve organizar-se o ensino “subindo e descendo” nas estruturas conceituais hierárquicas, à medida que a informação é apresentada. Começa-se com os conceitos mais gerais, mas é preciso logo de que modo os conceitos subordinados estão a eles relacionados e então voltar, através de exemplos, a novos significados para os conceitos de ordem mais alta na hierarquia.

*Conceitos mais gerais,
mais inclusivos*

Conceitos intermediários

*Conceitos específicos,
pouco inclusivos*

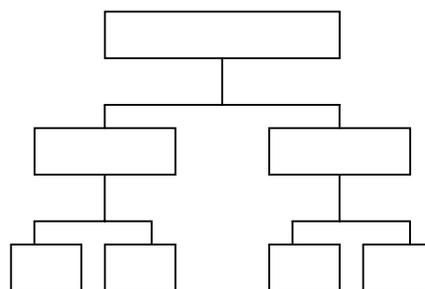


Figura 3.6: Estrutura de conceitos

A figura 1.1 apresenta um modelo de hierarquia conceitual e sugere as direções recomendadas para a diferenciação conceitual progressiva e para a reconciliação integrativa. Uma vez identificados os conceitos superordenados e subordinados de uma disciplina ou corpo de conhecimento, eles podem ser dispostos hierarquicamente num diagrama bidimensional, como o da figura 1.1, que pode ser usado para fins instrucionais. Tais diagramas podem ser chamados de “mapas conceituais”. Os mapas conceituais procuram refletir a organização conceitual de uma disciplina ou parte de uma disciplina. Ou seja, a existência é derivada da própria estrutura conceitual da disciplina.

4.13 Aquisição e uso de conceitos

Como poderia o homem situar-se no mundo se não organizasse suas experiências? O que impressiona é sentido, percebido e compreendido, passando constante e dinamicamente, por um processo psicológico de elaboração e organização denominado organização de conceitos. É esse conjunto próprio de conceitos constantemente adquirido e reelaborado que permite ao homem situar-se no mundo e decidir como agir.

A realidade é experimentada, figuramente falando, através de um filtro conceitual ou categorial, constituindo o mundo de significados do indivíduo. O homem vive mais num mundo de conceitos do que de objetos, eventos e situações. O conteúdo cognitivo da palavra escrita ou falada, numa mensagem, é uma versão altamente simplificada, abstrata e generalizada da realidade à qual se refere no mundo físico e da experiência consciente que essa realidade evoca no indivíduo. Se a pessoa diz: “Vejo uma casa”, o conceito “casa” sofre essas simplificações em ambos os sentidos.

4.13.1 Como os conceitos são adquiridos?

Como já vimos distingui-se em duas categorias: formação e assimilação.

A formação de conceito é a característica indutiva e espontânea de idéias genéricas pela criança em idade pré-escolar, a partir de experiência empírico-concreta, como por exemplo, “casa”, “cachorro”, etc, como mencionamos acima. Para chegar a um conceito de casa, a criança passa por inúmeras experiências que a levam a diferentes percepções de casa: grandes, pequenas, diferentes formas, cores, materiais, estruturas, etc.

A formação de conceito consiste essencialmente num processo de abstração dos aspectos comuns essenciais de uma classe de objetos ou eventos que varia contextualmente. Ausubel considera a formação de conceitos um tipo de aprendizagem por descoberta que envolve de modo geral os seguintes processos:

- Análise discriminativa de diferentes padrões de estímulo;
- Formulação de hipótese em relação a elementos abstraídos comuns;
- Testagem subseqüentes dessas hipóteses em situações específicas;
- Seleção dentre elas de uma categoria geral ou conjunto de atributos sob os quais todas as variações possam ser assimiladas;
- Relacionamento desse conjunto de atributos a elementos relevantes que sirvam de ancoradouro na estrutura cognitiva;
- Diferenciação do novo conceito em relação a outros conceitos previamente aprendidos;
- Generalização dos atributos criteriais do novo conceito a todos os membros da classe;
- Representação do novo conteúdo categórico por um símbolo de linguagem congruente com o uso convencional.

Na maioria das informações sobre a natureza da formação de conceitos, tanto em crianças pequenas como em indivíduos em idade escolar e acima dela, vem de situações de laboratório, nas quais a tarefa de aprendizagem solicita identificação indutiva de atributos criteriais comuns a uma classe de estímulos, a partir de uma grande variedade de instâncias que variam de acordo com atributos criteriais e

não-criteriais. Na vida real a formação de conceitos é um processo mais longo e menos ordenado, que resulta da exposição a muitos diferentes tamanhos, formas, tipos etc. do objeto.

Aos a infância, em muitos casos, principalmente no ambiente escolar, os atributos criteriais do conceito não são descobertos indutivamente por um processo de formação de conceitos, mas são apresentados ao aprendiz como definição ou estão implícitos no contexto onde são usados. A aquisição de conceitos torna-se, então, largamente uma questão de “assimilação de conceitos” (MOREIRA & MASINI, 2001, p.31).

Já vimos anteriormente como esse processo de assimilação se dá. Ausubel chama a atenção para o fato de que os princípios de assimilação de conceitos que são relevantes para a aprendizagem escolar são essencialmente os mesmos princípios de aprendizagem verbal significativa. Aprender um novo conceito depende de propriedades existentes na estrutura cognitiva, do nível de desenvolvimento do aprendiz, sua habilidade intelectual, bem como a natureza do conceito em si e do modo como é apresentado.

Quando o indivíduo aprende o significado de um novo conceito que já possui, a elaboração do conteúdo cognitivo evidentemente se dá através dos mesmos processos da formação do conceito. Entretanto, as etapas do processo poderão se alterar, como por exemplo, a última etapa poderá ser a primeira; o aprendiz aprende primeiro o símbolo verbal, por exemplo, “subsunção”, e depois passa por todos os demais processos que irão leva-lo a realmente adquirir o significado de “subsunção”.

Na formação de conceitos, por exemplo, a análise discriminativa de diferentes padrões de estímulos é muito mais longa e requer muito mais exemplos e situações variadas do que na assimilação de conceitos. Na assimilação, o indivíduo detém-se pouco nesse primeiro item, pois os conceitos que servem de

ancoradouro para o que será assimilado aceleram essa etapa, fazendo-o passar para as seguintes:

Intimamente ligada a todo esse processo está a linguagem que ocupa um papel facilitador na aquisição de conceitos. A grosso modo podemos salientar três pontos dessa relação entre linguagem e aquisição de conceitos:

- A linguagem, devido a contribuição crucial da força representacional de símbolos e de aspectos refinadores de verbalização, no processo de conceitualização, influencia e reflete o nível do funcionamento cognitivo;
- O próprio processo de assimilação de conceitos pela definição e contexto seria inconcebível sem a linguagem;
- A linguagem ajuda a assegurar uma certa uniformidade cultural no conteúdo genérico dos conceitos, facilitando assim, a comunicação cognitiva interpessoal.

4.13.2 Como os conceitos adquiridos são usados?

Uma vez adquiridos, os conceitos servem a muitos propósitos da função cognitiva. No nível mais simples de utilização, eles estão obviamente envolvidos na categorização perceptual das próximas experiências sensoriais como, por exemplo, a percepção de uma casa particular sofre a influência do conceito de casa que já se formou.

A diferença entre aquisição e uso de conceitos é de certo modo arbitrária, desde que uma das principais funções dos conceitos existentes na estrutura cognitiva é facilitar a aquisição de novos conceitos, mais ainda no caso da assimilação de conceitos do que no da formação. Apesar disso, essa distinção é útil, em particular quando consiste em distinguir entre aquisição original de um dado conhecimento e seu uso subsequente na aquisição de outros conhecimentos. Ela atinge, então, a essência do processo de transferência e do papel central das variáveis da estrutura cognitiva nesse processo (MOREIRA & MASINI, 2001, p.33).

Portanto os conceitos são utilizados de várias formas:

- Aquisição de novos conceitos;
- Categorização perceptual da experiência;
- Solução de problemas;
- Percepção de novos significados dos conceitos e proposições previamente aprendidos.

A aquisição e uso de conceitos e a solução de problemas se sobrepõem em muitos sentidos. A simples formação de conceitos, na qual simplificados genéricos são adquiridos por um processo do tipo descoberta, é uma solução de problemas. Conceitos adquiridos são utilizados na solução de uma série de problemas, dos mais simples aos mais complexos. Por exemplo, a aprendizagem de certas idéias requer reorganização drástica de conceitos existentes na estrutura cognitiva, e a formulação de um conceito mais adequadamente inclusivo é uma forma de solução de problemas. Mas esta associação de problemas e aquisição e uso de conceitos, de maneira alguma é invariável. Nem toda solução de problema (por exemplo labirinto, aprendizagem perceptual motora) envolve aquisição e uso de conceitos. Nem toda aquisição e uso de conceitos envolve solução de problemas (por exemplo categorização perceptual, subsunção derivativa simples etc).

4.13.3 Aspectos desenvolvimentais na aquisição de conceitos

Mudanças gerais na aquisição de conceitos Têm em grande parte, a ver com dimensão concreto-abstrata do desenvolvimento cognitivo. Do estágio pré-operatório abstrato, há ganhos, progressivos no nível de abstração, no qual o processo de aquisição de conceitos ocorre no nível de abstração dos significados dos conceitos que emergem desse processo, e na abstração e complexidade dos tipos de conceitos que estão no nível da criança. Essas mudanças podem estar agrupadas em três estádios, qualitativamente diferentes do desenvolvimento cognitivo.

- Do estágio pré-operatório, a criança é limitada a aquisição de conceitos primários, conceitos cujos significados ela aprende primeiro relacionando explicitamente seus atributos criteriosais aos exemplos de onde são retirados, antes de relacionar esses mesmos atributos a estrutura cognitiva. Como o contato com muitos exemplos particulares de conceitos é necessários para a aquisição do mesmo, o processo de conceitualização em si e seus produtos (os novos significados adquiridos) tem lugar num baixo nível de abstração. A dependência dessas crianças em experiência empírico-concreta limita-se a aquisição de conceitos primários cuja referentes consistem em objetos e eventos perceptíveis e familiares como “cão” e “casa”. Entretanto os exemplos podem também ser verbais (consistindo em nomes de conceitos), como o caso de conceitos superordenados de ordem inferior, como “vegetal” e “trabalho”, desde que:
 - >Os conceitos que representam sejam conhecidos e tenham referentes perceptíveis (cenoura, ervilhas, trabalho de casa, cuidar de crianças, etc.);
 - >Os atributos criteriosais de conceitos superordenados estejam explicitamente relacionados a exemplos concretos.
- No estágio operacional concreto, a aquisição de conceitos se dá num nível de ordem mais alta de abstração e, correspondente, dá origem a significados mais abstratos de conceitos. A criança é capaz de operar com conceitos secundários cujos significados ela aprende sem entrar em contato com as experiências empírico-concretas das quais derivam. Desde que são adquiridos por assimilação (aprendizagem receptiva) os atributos criteriosais dos conceitos são meramente apresentados. O aprendiz não tem de relacionar esses atributos a exemplos particulares do “conceito” antes que eles se tornem relacionáveis na estrutura cognitiva. Ao invés disso ele depende do uso de apoios empírico-concretos (exemplos dos atributos). O uso desses apoios implica um nível muito mais alto de conceitualização operacional do que o uso dos exemplos dos conceitos em si. Apesar disso

o processo de conceitualização é restrito pela particularização dos dados de entrada e tipicamente leva a um tipo semi-abstrato e subverbal de significado do conceito. Somente os tipos menos complexos de conceitos secundários, não muito longe da órbita de experiências pessoais e vicárias do aprendiz, podem ser adquiridos neste estágio.

- O mais alto nível de abstração na aquisição de conceitos é alcançado durante o estágio de operações lógico-abstratas. Os atributos criteriais de conceitos secundários complexos e de mais alta ordem podem ser relacionados, diretamente, à estrutura cognitiva sem auxílio empírico-concreto, e os produtos, emergentes da conceitualização, são refinados por verbalização para levar a idéias genéricas, genuinamente abstratas, precisas e explícitas (MOREIRA & MASINI, 2001, p. 35-36).

4.13.4 Aquisição e uso de conceitos na escola

Começando com a entrada da criança na escola, uma proporção crescente de seus conceitos é adquirida pela definição e uso no contexto. Somente próximo a adolescência é que os conceitos não espontâneos se manifestam por meio de significado categórico generalizado. Antes dessa época ela é um pouco particularizadora e intuitiva devido a sua dependência em apoios empírico-concretos durante a aquisição de conceitos.

A assimilação de conceitos torna-se, gradualmente, o modo predominante de aquisição de conceitos, quando a criança atinge idade escolar, enquanto que a formação de conceitos, apesar de ser possível em qualquer idade caracteriza o estágio pré-operatório ou pré-escolar do desenvolvimento cognitivo. A assimilação de conceitos caracteriza a aquisição de conceitos secundários. Pressupõe suficiente maturidade intelectual para relacionar a estrutura cognitiva atributos criteriais abstratos de uma nova idéia genérica (mesmo se os atributos não forem primeiro associados com exemplos particulares do conceito do qual derivam). A principal alternativa para o pré-escolar é descobrir os atributos dos conceitos por

si, usando as necessárias operações de conceitualização, de abstração, de diferenciação, de formulação e testagem de hipóteses e generalização. Ao fazer isso, ele está obviamente limitado aos tipos mais simples de conceitos primários cujos referentes são objetos ou eventos perceptíveis e familiares, ou palavras conceito conhecidas que representem tais referentes. Mas os atributos criteriais do conceito, adquirido por formação de conceitos, obviamente, satisfazem as condições de desenvolvimento para relacionarem-se à estrutura cognitiva, visto que foram extraídos e testados contra exemplos particulares do conceito durante o processo de conceitualização (MOREIRA & MASINI, 2001, p.36).

Entretanto uma vez que a criança pode, significativamente, relacionar a sua estrutura cognitiva os atributos criteriais de um novo conceito, sem primeiro relaciona-los à múltiplos exemplos particulares que o exemplificam ela pode adquirir conceitos muito mais eficientemente. Na época que ela alcança esse estágio de desenvolvimento, já adquiriu também uma base considerável de conceitos primários com referentes familiares e perceptíveis. Terá, então, dificuldade de descobrir por si, (por formação de conceitos), conceitos mais abstratos e complexos que ela obtém, de forma relativamente fácil, pela assimilação de conceitos. Portanto, após descobrir o corpo de conceitos diários acessíveis a ela antes de entrar na escola, a maioria dos indivíduos descobre por si só, daí por diante poucos conceitos.

Durante os anos da escola primária parece que o desenvolvimento progressivo da habilidade de assimilar conceitos depende dos mesmos três aspectos do desenvolvimento cognitivo e da linguagem, que geralmente causam a transição do funcionamento cognitivo concreto para o abstrato:

- Aquisição gradual de um corpo organizado de abstrações de ordem mais alta, que provê das propriedades componentes e elementos relacionais que constituem atributos criteriais de conceitos mais difíceis;
- Aquisição gradual em termos “transacionais”, isto é, de palavras substantivas como “estado”, “condição”, “base”, “propriedade”, “qualidade” e

“relações” e de termos funcionais ou sintáticos, como conjunções condicionais e expressões qualificadoras necessárias para relacionar abstrações uma com as outras em modos característicos da definição de dicionário de novos conceitos;

- Aquisição gradual da capacidade cognitiva em si torna possível a relação de idéias abstratas à estrutura cognitiva sem o auxílio de apoio empírico-concreto.

4.13.4.1 Considerações e pontos importantes a serem considerados

Apesar das diferenças interculturais no significado conceitual, o impressionante grau de uniformidade, em diferentes culturas, o significado denotativo e nas funções sintáticas das palavras análogas em diferentes línguas indicam claramente a influência preponderante exercidas por propriedades físicas, funcionais e relacionais similares de objetos e eventos do mundo real e pela lógica inerente de classificação.

Em resumo, a realidade conceitual está longe de ser uma representação ilógica e caprichosa do mundo físico.

Como abstrações, os conceitos obviamente representam somente uma das muitas maneiras de possíveis de definir uma classe e não tem existência real no mundo físico. Psicologicamente falando, os conceitos são reais no sentido de que:

- Podem ser adquiridos, percebidos, adquiridos, manipulados *como se* tivessem existência independente deles mesmos;
- São percebidos e entendidos, tanto denotativamente como em termos de funções sintéticas de maneira muito similar dentro de uma cultura ou de uma cultura a outra. Por exemplo, cultura em si, é um conceito abstrato, que não tem existência independente por si, desde que consiste meramente de atitudes, meios típicos de pensar, e maneiras características de institucionalizar relações interpessoais numa certa sociedade. É uma

abstração que não tem realidade física fora da totalidade de comportamentos, atitudes e valores de um certo conjunto de indivíduos. Mesmo assim “cultura”, como entidade, é psicologicamente real.

A veracidade do conceito – a extensão que identifica aspectos salientes e significantes da experiência como realidade objetiva – é uma dimensão importante da geração de conceitos. A formulação de novos conceitos pode-se escolher como foco de atributos criteriais que são mais ou menos centrais, mais ou menos subjetivos, mais ou menos característicos, mais ou menos idiossincráticos – a maneira de ver, sentir e reagir, própria de cada pessoa. A veracidade de um conceito determina, em larga medida, sua utilidade tanto na estrutura do conhecimento como para propósitos de aprendizagem, solução de problemas e comunicação (MOREIRA & MASINI, 2001, p.39).

O significado de um conceito representado numa dada língua pode ser pensado como produto ou reflexo da cultura e como fator padronizador e limitador no desenvolvimento cognitivo dos indivíduos dessa cultura. Refletem os tipos idiossincráticos de categorização, bem como atitudes características, valores e formas de pensamento que prevalecem em dada cultura. É o que constitui o significado conotativo do conceito.

Assim, padrões característicos de pensamento numa particular cultura afetam a natureza da linguagem que envolve. Reciprocamente a linguagem padroniza e limita a experiência perceptual e cognitiva e as formas de pensamento nas quais os indivíduos membros dessa cultura se engajam (Moreira & Masini, 2001, p.39).

O que se tenta enfatizar aqui é o duplo aspecto envolvido no significado: aspecto denotativo e aspecto conotativo. Ausubel acentua o fato de que o significado é um produto fenomenológico no qual o significado potencial inerente aos símbolos, converte-se em conteúdo cognitivo, diferenciado para um determinado indivíduo. O significado potencial converte-se e significado fenomenológico – experiência

“sentida” que a pessoa tem frente a um fenômeno (que tem significado para a pessoa; inclui cognição e conação) – no qual o significado potencial inerente aos símbolos converte-se em conteúdo cognitivo, diferenciado para um determinado indivíduo. O significado potencial converte-se em significado “fenomenológico” quando um indivíduo incorpora um símbolo a estrutura cognitiva. A aquisição de um conceito é, pois, uma forma de emergência de um significado “fenomenológico”. Em outras palavras, poder-se-ia dizer que é importante levar em conta o fator idiossincrático ao pensar no levantamento dos conceitos que constituirão os subsunçores para um novo assunto. Considerar apenas o significado denotativo pode incorrer no risco de se deixar de lado um dos pontos fundamentais que sustentam a teoria ausubelina de aprendizagem significativa, isto é, que os *conceitos* resultam de uma *experiência* e são *produtos* fenomenológicos. Isso subentende-se um indivíduo ativo numa situação, num processo de elaboração pessoal. Experiência e elaboração envolve cognição e conotação, isto é, os aspectos denotativos e conotativos. Lidar, pois, apenas com o aspecto denotativo é desconsiderar a experiência individual, pondo em questão a possibilidade de realizar-se a aprendizagem significativa (MOREIRA & MASINI, 2001, p.39).

4.14 Um modelo para planejar a instrução

Segundo Ausubel, o problema principal da aprendizagem consiste na aquisição de um corpo organizado de conhecimentos e na estabilização de idéias inter-relacionadas que constituem a estrutura da disciplina. O problema, pois, da aprendizagem em sala de aula está na utilização de recursos que facilitem a passagem da estrutura conceitual da disciplina para a passagem cognitiva do aluno tornando o material significativo.

Um dos maiores trabalhos do professor consiste então, em auxiliar o aluno a assimilar a estrutura das disciplinas e a reorganizar a sua própria estrutura

cognitiva, mediante a aquisição de novos significados que podem gerar conceitos e princípios.

A facilitação da aprendizagem significativa em sala de aula, isto é, a manipulação deliberada dos atributos relevantes da estrutura cognitiva para propósitos pedagógicos, é levada a efeito de duas formas segundo Ausubel apud Moreira & Masini (2001, p.41):

- *Substantivamente*, com propósitos organizacionais e integrativos, usando os conceitos e proposições unificadores de uma dada disciplina que têm maior poder explanatório, inclusividade, generalidade e viabilidade no assunto. É importante selecionar as idéias básicas, para não sobrecarregar o aluno de informações desnecessárias, dificultando a aquisição de uma estrutura cognitiva adequada. A coordenação e integração do assunto em diferentes níveis também é importante.
- *Programaticamente*, empregando princípios programáticos adequados a ordenação da seqüência do assunto partindo do estabelecimento de sua organização e lógica interna e, sucessivamente, planejando a montagem de exercícios práticos.

Para planejar a instrução consistentemente com a teoria de Ausubel, a primeira e usualmente difícil tarefa é a identificação dos conceitos básicos da matéria de ensino e de como eles estão estruturados. Uma vez resolvido esse problema, deve-se dar atenção a outros aspectos. Segundo as próprias palavras de Ausubel apud Moreira & Masini (2001, p.42):

“Uma vez que o problema organizacional substantivo (identificação dos conceitos organizadores básicos de uma dada disciplina) é resolvido, a atenção pode ser dirigida aos problemas organizacionais programáticos envolvidos na apresentação e no arranjo seqüencial das unidades componentes. Aqui, hipotitiza-se, vários princípios

relativos à programação eficiente do conteúdo são aplicáveis independentemente do campo da matéria de ensino”.

Os princípios relativos à programação do conteúdo mencionados por Ausubel são: *diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização seqüencial e consolidação*. Destes, os dois primeiros já foram discutidos. Quanto a organização seqüencial, Ausubel argumenta que a disponibilidade de idéias-âncora relevantes para uso na aprendizagem verbal significativa e na retenção pode, obviamente, ser maximizada ao tirar-se partido das dependências seqüenciais naturais existentes na disciplina e do fato de que a compreensão de um dado tópico pressupõe, freqüentemente, o entendimento prévio de algum tópico relacionado. Além disso, Ausubel argumenta também que insistindo na consolidação ou maestria do que está sendo estudado, antes que novos materiais sejam introduzidos, assegura-se contínua prontidão (readiness) na matéria de ensino e sucesso na aprendizagem seqüencialmente organizada (MOREIRA & MASINI, 2001, p.43).

Um modelo para planejar a instrução consistentemente com a teoria de Ausubel; com ênfase naquilo que o aluno já sabe e uso de organizadores para servir de “pontes cognitivas” devem ser considerados como parte deste modelo.

Segundo esse modelo, deve-se primeiramente identificar os conceitos e as relações hierárquicas entre eles para, então, seqüenciar o conteúdo (coerentes com as relações hierárquicas conceituais) em ordem descendente de inclusividade (tanto entre unidades como dentro de cada unidade), tirando vantagens das dependências seqüenciais naturais entre tópicos. Além disso, a fim de promover a reconciliação integrativa, esforço explícito deve ser feito para explorar relações entre conceitos ou idéias e apontar e apontar similaridades e diferenças. Isso pode ser atingido “descendo e subindo” nas hierarquias conceituais e referindo-se aos conceitos e idéias mais gerais a medida que novas informações são apresentadas. A instrução deve também insistir em consolidação ou maestria do conteúdo, antes da introdução de novos materiais.

A ênfase que Ausubel põe “naquilo que o aluno já sabe” como o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem subsequente está sempre implícita nos princípios anteriormente mencionados: esses princípios programáticos organizacionais destinam-se a tornar os materiais instrucionais potencialmente significativos para os aprendizes, e organizadores prévios devem ser usados sempre que necessário.

A falta de referências específicas a métodos instrucionais e técnicas de avaliação não significa que eles não sejam componentes importantes do programa instrucional. Ao invés disso, este fato apenas reflete a ênfase de Ausubel e coloca a organização significativa da matéria de ensino como a preocupação principal no planejamento da instrução. Obviamente os métodos de ensino e os sistemas de avaliação devem ser consistentes com a programação do conteúdo (MOREIRA & MASINI, 2001, p.44).

Conforme já foi dito, do ponto de vista Ausubeliano, o desenvolvimento de conceitos é facilitado quando os elementos mais gerais, mais inclusivos de um conceito são introduzidos em primeiro lugar, e posteriormente, então, esse conceito é progressivamente diferenciado, em termos de detalhe e especificidade. Segundo Ausubel, o princípio da “diferenciação progressiva” deve ser levado em conta ao programar o conteúdo, isto é, as idéias mais gerais e mais inclusivas da disciplina devem ser apresentadas no início para, somente então, serem progressivamente diferenciadas.

Entretanto a programação do conteúdo deve não só proporcionar a diferenciação progressiva, mas também explorar explicitamente relações entre proposições e conceitos, chamar a atenção para as diferenças e similaridades importantes e reconciliar inconsistências reais ou aparentes. Como já foi dito, isso deve ser feito para atingir o que Ausubel chama de princípio da “reconciliação integrativa” e que

ele descreve como uma antítese à prática usual dos livros de texto de separar idéias e tópicos em capítulos e seções.

Mapas conceituais são sugeridos como instrumentos úteis na implantação desses princípios no processo instrucional.

4.15 Mapas Conceituais

Cada pessoa forma uma imagem mental interna de um cenário. Quando o indivíduo internaliza uma cena esta é expressa nos seus próprios termos, de forma que mais tarde seja capaz de trazê-la a sua mente com maior riqueza de detalhes. Hoje há quase que um consenso que a motivação para aprender e a construção estruturada do conhecimento é uma característica muito pessoal. Na arena educativa o estudante quase nunca chega com uma mente “vazia” mas possui uma estrutura mental, muito sua, particular e pouco transferível. Embora o aprendizado de itens de informação isolados seja importante, a maioria das pessoas pode reter na memória entre 4 a 9 itens de informação corrente. Mais do que isto, elas simplesmente esquecem. Para que se tenha o encadeamento das idéias, dos pensamentos de uma forma inteligente, crítica, é necessário que o estudante adicione significado aos itens de informação, inserindo-os no arcabouço conceitual de sua estrutura mental. O estudante precisa filtrar a informação, decidir onde ela se encaixa na constelação dos conceitos. Todos nós precisamos praticar para alçar o item do mero nível de informação esparsa para o nível conceitual mais complexo e abrangente, isto é conhecimento Bartoszeck'98 URL: <http://www.geocities.com/Colosseum/8026/first.htm>, acessado em 21/05/2003.

O processamento das idéias é feito de maneira distribuída, mas duas estruturas cerebrais, o lobo temporal e o córtex pré-frontal têm importante relacionamento com aspectos da memória, planejamento de comportamento e tomada de decisões. Acredita-se que para ocorrer aprendizagem há uma espécie de “ancoragem” de conhecimento “novo” na estrutura mental de conhecimento prévia,

que é um vasto depósito de conhecimentos e experiências. Esta manipulação de idéias e conceitos para que não ocupe todo o pequeno “espaço” da memória é submetida a um regime interno de consolidação, cujos componentes externos são a elaboração de diagramas, fluxogramas e principalmente os Mapas Conceituais. Bartoszeck’98 URL:

<http://www.geocities.com/Colosseum/8026/first.htm>, acessado em 21/5/2003

Não basta entender os fatos, os eventos, mas como estes estão organizados, como se relacionam. O mapa conceitual representa relações entre conceitos, como o conceito [x] se relaciona de maneira lógica com o conceito [y]. Esta estratégia educativa enquanto apela para a visualização espacial dos conceitos respeita o pressuposto básico que as pessoas aprendem de modo: taxa de retenção e recuperação variáveis. *Amauri* Bartoszeck’98 URL: <http://www.geocities.com/Colosseum/8026/first.htm>, acessado em 21/5/2003

O Mapa Conceitual é uma forma sintética de apresentar um determinado tema ou assunto utilizando apenas palavras-chave ligadas de forma lógica, hierarquicamente distribuída, e, relacionadas em forma decrescente de importância, a partir de uma categoria ou conceito (Baldissera, 1994) e (Sperb, 1991). *Amauri* Bartoszeck’98 URL: <http://www.geocities.com/Colosseum/8026/first.htm>, acessado em 21/5/2003.

O Mapa Conceitual tem a função de organizar logicamente um tema, destacando as relações significativas entre os conceitos.

4.15.1 O que é um Mapa Conceitual

Mapas Conceituais, num sentido mais amplo, são representações gráficas semelhantes a diagramas, que indicam relações entre conceitos ligados por palavras. Representam uma estrutura que vai desde os conceitos mais abrangentes até os menos inclusivos. São utilizados para auxiliar a ordenação e a seqüenciação hierarquizada dos conteúdos de ensino, de forma a oferecer

estímulos adequados ao aluno. O Mapa Conceitual é uma forma sintética de apresentar um determinado tema ou assunto utilizando apenas palavras-chave ligadas de forma lógica, hierarquicamente distribuídas, e, relacionadas em forma decrescente de importância, a partir de uma categoria ou conceito. (Baldissera, 1994) e (Sperb, 1991). *Amauri Bartoszeck'98* URL: <http://www.geocities.com/Colosseum/8026/first.htm>, acessado em 21/5/2003.

Esta abordagem dos mapas conceituais está embasada em uma teoria construtivista, entendendo que o indivíduo constrói seu conhecimento e significados a partir da sua predisposição para realizar esta construção. Servem como instrumentos para facilitar o aprendizado do conteúdo sistematizado em conteúdo significativo para o aprendiz.

Novak é considerado o criador dos mapas conceituais e refere ter usado este em várias pesquisas, contemplando as diversas áreas do conhecimento.

São utilizados para auxiliar a ordenação e a seqüenciação hierarquizada dos conteúdos de ensino, de forma a oferecer estímulos adequados ao aluno. Mapas Conceituais podem ser usados como um instrumento que se aplica a diversas áreas do ensino e da aprendizagem escolar.

A proposta de trabalho dos Mapas Conceituais está baseada na idéia fundamental da Psicologia Cognitiva de Ausubel que estabelece que a aprendizagem ocorre por assimilação de novos conceitos e proposições na estrutura cognitiva do aluno. Novas idéias e informações são aprendidas, na medida em que existem pontos de ancoragem. Aprendizagem implica em modificações na estrutura cognitiva e não apenas em acréscimos. Segundo esta teoria, os seguintes aspectos são relevantes para a aprendizagem significativa: tanto o material que se deve aprender como o sujeito que o deve aprender, satisfaçam determinadas condições:

- Materiais de aprendizagem deve estar composto por elementos organizados em uma estrutura de tal forma que as diferentes partes desta estrutura se relacione entre si de maneira não arbitrária;
- Um material possui significado lógico e potencial de seus elementos organizados e não apenas sobrepostos;
- É necessário uma pré-disposição para a aprendizagem significativa nas pessoas que devem aprendê-lo, tendo em vista que compreender requer um esforço, a pessoa deve ter algum motivo para esforçar-se, caso contrário limita-se a repetir a matéria sem estabelecer relações. Novas idéias e conceitos devem ser "potencialmente significativos" para o aluno; que consiste em que, as respostas não precisam ter correspondência literal com o que foi ensinado (Pozo, 1998).
- Fixando novos conceitos nas já existentes estruturas cognitivas do aluno fará com que os novos conceitos sejam lembrados.

Nesta perspectiva parte-se do pressuposto que o indivíduo constrói o seu conhecimento partindo da sua predisposição afetiva e seus acertos individuais. Estes mapas servem para tornar significativa a aprendizagem do aluno, que transforma o conhecimento sistematizado em conteúdo curricular, estabelecendo ligações deste novo conhecimento com os conceitos relevantes que ele já possui.

4.15.1.1 Utilização dos mapas conceituais

>Os mapas conceituais podem ser utilizados como:

- Estratégia de estudo;
- Estratégia de apresentação dos itens curriculares;
- Instrumento para a avaliação escolar;
- Pesquisas educacionais.

>Como uma ferramenta de aprendizagem, o mapa conceitual é útil para o estudante, por exemplo, para:

- Fazer anotações;
- Resolver problemas;
- Planejar o estudo e/ou a redação de grandes relatórios;
- Preparar-se para avaliações;
- Identificar a integração dos tópicos.

> Para os professores, os mapas conceituais podem constituir-se em poderosos auxiliares nas suas tarefas rotineiras, tais como:

- Tornar claro os conceitos difíceis, arranjando-os em uma ordem sistemática;
- Auxiliar os professores a manterem-se mais atentos aos conceitos-chaves e às relações entre eles;
- Auxiliar os professores a transferir uma imagem geral e clara dos tópicos e suas relações para seus estudantes;
- Reforçar a compreensão e aprendizagem por parte dos alunos;
- Permitir a visualização dos conceitos-chave e resumir suas inter-relações;
- Verificar a aprendizagem e identificar conceitos mal compreendidos pelos alunos;
- Auxiliar os professores na avaliação do processo de ensino.
- Possibilitar aos professores avaliar o alcance dos objetivos pelos alunos através da identificação dos conceitos mal entendidos e dos que estão faltando.

Esta teoria da assimilação de Ausubel, como uma teoria cognitiva, procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente dos seres humanos. A referida teoria dá ênfase à aprendizagem verbal, por ser esta predominante em sala de aula.

Incluídas na aprendizagem significativa estão a aprendizagem por recepção e a por descoberta.

4.16 Suporte teórico dos mapas conceituais à luz de Ausubel, Novak e Gowin

Para que tal processo de intervenção não se transforme em algo repetitivo e passivo, é necessário que se cumpram duas condições importantes: *a significação da aprendizagem e a resposta ativa ou participação do sujeito na produção dos resultados da aprendizagem para integrar a informação e responder de maneira mais autoestruturante.*

Precisamente estas duas idéias se descobrem na base da teoria importante a respeito da construção humana, a da “assimilação ou das organizações formais” de Ausubel, que, em princípio podemos dizer que tenta explicar a construção intelectual do sujeito em função da utilização dos conceitos como organizadores da nova informação que adquire significado para o sujeito e contribui para que se consolide e desenvolva a estrutura cognoscitiva já existente. Esta idéia é a base da aprendizagem significativa, um dos suportes básicos, junto à estrutura cognitiva e os conceitos inclusores, da teoria de Ausubel (MIGUET et al, 1998).

A estrutura cognitiva é um sistema de conceitos organizados hierarquicamente que são representações que o indivíduo faz de experiência sensorial. Mediante o processo de assimilação se produz um incremento quantitativo e qualitativo da estrutura cognitiva existente, tanto em nível de conteúdos como em nível de organização, o que faz com que ela seja um dos elementos da aprendizagem significativa. Para que isto seja possível, é necessário que aquela estrutura cognitiva possua uma série de características e ou propriedades sem as quais não é possível a inclusão de conceitos. Estamos nos referindo à clareza – ausência de confusão entre os conceitos – à estabilidade ou permanência dos conceitos na estrutura – ausência de perda ou esquecimento – e à organização que facilita a generalização, a inclusão, a coesão, e a discriminação, quer dizer, que os conceitos que formam a estrutura cognitiva sejam acessíveis para relacioná-los com as novas aprendizagens (MIGUET et al, 1998, p. 138).

Desta maneira, podemos dizer que a estrutura cognitiva é, ao mesmo tempo variável dependente e independente. No que diz respeito as variáveis da estrutura cognitiva, Ausubel diferencia entre as propriedades do conhecimento total de um sujeito, que influenciarão à longo prazo em seu posterior rendimento dentro da mesmo (a transferência lateral de Gagné (1970), e as propriedades de organização imediata de conceitos da estrutura cognitiva, que incidem a curto prazo na aprendizagem de conceitos novos (a transferência vertical de Gagné, 1970). Assim, tanto de uma perspectiva como de outra, Ausubel (apud Miguet et al, 1998, p.139), analisa três variáveis da estrutura cognitiva que afetam a aprendizagem e a relação ou permanência do material logicamente significativo: *a disponibilidade, a discriminabilidade e a estabilidade das idéias do conhecimento sincrônico de um sujeito em uma área de conteúdos específicos.*

A *disponibilidade* implica a existência de “idéias de garantia pertinentes” na estrutura cognitiva em nível de exclusividade apropriado para novos materiais. Se tais idéias de garantia não estiverem disponíveis, a única possibilidade que fica ao sujeito que processa a nova informação é a aprendizagem memorística. Com efeito se o sujeito não pode relacionar intencionalmente ou assimilar conteúdos novos com os prévios, não terá outra saída que os aprender por repetição, de maneira que estabeleça novas idéias que sejam pertinentes para novas aprendizagens (MIGUET et al, 1998, p. 138).

Tal fator de disponibilidade faz referência, como tem sido exposto, aos conhecimentos prévios e suas propriedades organizativas; no entanto, também faz referência a “maturidade das capacidades cognitivas” ou à “adequação de equipamento de processamento cognitivo” em desenvolvimento, à realização das atividades de aprendizagem propostas.

A discriminabilidade do material novo em relação aos conhecimentos previamente estabelecidos é a segunda variável que se caracteriza a estrutura cognitiva e torna possível a aprendizagem significativa.

Ocasionalmente, acontece que uma nova aprendizagem com determinada semelhança, à já existente na estrutura cognitiva tende a identificar -se com esta, ou, no melhor dos casos, o sujeito se vê impossibilitado de estabelecer diferenças entre ambas.

Quando isto ocorre, produzem-se significados ambíguos e confusos que se definem por falta de dissociabilidade. A solução para que aconteça a discriminabilidade – ainda que estejam relacionados e a aprendizagem existente favoreça a retenção do novo – reside nos “organizadores comparativos” que verificam as propriedades definitórias de um e outro, facilitando a aprendizagem objetiva. Se as idéias inclusoras são claras e estáveis, produz-se a discriminabilidade e os organizadores não são necessários.

A *estabilidade* e clareza das idéias de garantia é o terceiro fator da estrutura cognitiva que facilita o tipo de aprendizagem chave na teoria de Ausubel. Ele torna possível a permanência da informação na memória e a transferência sobre a aprendizagem de conhecimentos novos que se relacionam significativamente com os inclusores na memória de longo prazo.

Neste sentido, a ação educativa tem um efeito facilitador para consolidar a estabilidade e clareza da estrutura cognitiva ao ajudar a introduzir seqüencialmente os novos conteúdos, na medida em que os elementos da seqüência vão se consolidando e ao propiciar a retroalimentação informativa, corrigindo os erros seguintes.

A aprendizagem significativa é considerada por Ausubel como um dos quatro tipos possíveis: receptivo, por descobrimento, memorístico, e significativo. Não são

excludentes, quer dizer, podem sobrepor-se, assim, o significativo pode ser receptivo ou por descobrimento, da mesma forma que o memorístico.

Podemos considerar a aprendizagem significativa como um processo pelo qual a informação que vai ser assimilada se relaciona com conceitos já existentes na estrutura cognitiva do sujeito, os conceitos inclusores, e torna possível que tal informação adquira significado para ele. Desta maneira poderíamos dizer que o processo tem caráter significativo e que seu resultado é a aquisição de novos significados.

A aprendizagem significativa via recepção é descrita por Ausubel como a aprendizagem por instrução expositiva que comunica o conteúdo a ser aprendido em sua forma final. Ausubel declara que o fator mais importante que influi na aprendizagem significativa de qualquer idéia nova é o estado da estrutura cognitiva do indivíduo existente no momento da aprendizagem (Ausubel, Robinson apud Casas, 1999). O autor enfatizou o ensino de corpos de conhecimentos organizados, estruturados ao redor de conceitos-chave e sugeriu as formas em que os professores poderiam estruturar o conhecimento para seus estudantes (Ausubel, Robinson, Novak e Hanesian apud Casas, 1999) começou com a suposição de que o conhecimento está organizado em estruturas hierárquicas, nas quais os conceitos subordinados são incluídos sob conceitos superordenados de nível superior. Ainda assim, se detalhes forem gradualmente esquecidos, tende-se a recordar idéias-chave associadas a uma estrutura cognitiva particular e a reter essa mesma estrutura, que proporciona um suporte e apóia a retenção da informação, como um corpo de conhecimento organizado. Também funciona como um quadro, onde se interpreta o novo conhecimento relacionado ou se reaprende de maneira eficiente o conhecimento esquecido.

Ausubel (apud Casas 1999), propôs apresentar organizadores avançados: conceitos superordenados dentro dos quais os aprendizes podem incluir o material novo e relacioná-lo com o material já conhecido. Estes organizadores são úteis,

em especial, quando o material não está bem organizado e os aprendizes carecem do conhecimento necessário para organizá-lo bem por si mesmos. Vários investigadores que compartilham a preocupação de Ausubel têm estudado outros fatores, tais como analogias, metáforas, exemplos e modelos concretos que ajudam os aprendizes a vincular conceitos novos com os familiares para desenvolver referenciais concretos para os conceitos abstratos.

Enfatizou ainda que a aprendizagem devia estar disponível para a transferência a contextos novos. Além de ser capazes de recordá-lo e aplicá-lo dentro do contexto em que foi aprendido originalmente, os estudantes devem ser capazes de generalizar a aprendizagem a contextos de aplicação relevantes e aderir a ele e, basear-se nele quando estendem sua aprendizagem as novas áreas. A transferência do conhecimento existente a situações novas, simplifica a tarefa da aprendizagem nessas novas situações. Em geral, os fatores de estruturação do texto enfatizados por Ausubel parecem ser importantes, em especial, para assegurar que os estudantes compreendam as idéias principais em uma apresentação e sejam capazes de transferi-las e aplicá-las depois. Encaixam bem com as idéias enfatizadas na atualidade a respeito do ensino de matérias escolares para a compreensão e uso do conhecimento (CASAS, 1999).

4.17 Bruner e a busca disciplinar

Bruner e Ausubel tem idéias muito em comum com Piaget, incluindo a ênfase na importância exploração ativa e na solução de problemas como uma forma preferível e natural de aprender (WOOD apud CASAS, 1999).

Também é pessimista a respeito da efetividade da intenção de ensinar os estudantes a manipular procedimentos abstratos (ex. aprender a resolver equações), sem estabelecer primeiro as conexões profundas entre estes procedimentos e o que representam. Entretanto, enquanto Piaget enfatizava a aprendizagem das criança, através da exploração do ambiente físico, Bruner

ênfatisa a aprendizagem na escola, em particular das disciplinas acadêmicas, não somente armazenam conhecimento importante perdurável, mas também por que introduzem as crianças a potentes formas de pensar que constituem habilidades importantes para aprender a aprender. Assim, os estudantes deveriam desenvolver seu conhecimento realizando uma busca disciplinar. De acordo com Bruner (apud Casas, 1999), a chave para o êxito do ensino disciplinar é traduzi-lo de maneira que os estudantes possam entender, pois crianças em diferentes etapas de desenvolvimento possuem formas características de ver e explicar o mundo. O autor propôs o curriculum em espiral.

Para Bruner, a aprendizagem mais significativa é a desenvolvida por métodos de descoberta orientada, que implicam proporcionar aos estudantes oportunidades de manipulação de objetos em forma ativa para transformá-los pela ação direta, assim como por atividades que os animem a procurar, explorar, analisar ou processar, de alguma outra maneira, a informação que recebem, em vez de somente respondê-la. Por outro lado, ainda que os dados sobre a questão sejam irregulares (Ausubel, Robinson, Breaux, Hermann, Strike apud Casas, 1999), a aprendizagem por descoberta parece ser boa e útil, quando os estudantes tiverem motivação e as habilidades necessárias. A aprendizagem pela descoberta é essencial para objetivos que impliquem solução de problemas ou criatividade, pois na medida em que os estudantes trabalhem sozinhos, é importante selecionar atividades que lhes interessem ou que os estimulem para a realização das atividades planejadas, de forma produtiva e colaborativa.

4.18 Organização dos conteúdos

Um dos objetivos de qualquer bom profissional consiste em ser cada vez mais competente em seu ofício. Geralmente se consegue esta melhora profissional mediante o conhecimento e a experiência: o conhecimento das variáveis que intervêm na prática e a experiência para dominá-las. O conhecimento, aquele que provém da investigação, das experiências dos outros e dos modelos, exemplos e

propostas. Mas como podemos saber se estas experiências, modelos, exemplos e propostas são adequados?

Como outros profissionais, todos nós sabemos que entre as coisas que fazemos algumas estão muito bem feitas, outras são satisfatórias e algumas podem ser melhoradas. Mas será que aquilo que está bastante bem para nós é discutível para outra pessoa e talvez aquilo de que estamos mais inseguros é plenamente satisfatório para outra pessoa. Provavelmente a melhoria de nossa prática profissional, como todas as demais, passa pela análise do que fazemos, da nossa prática e do contraste com outras práticas.

Mas certamente a comparação com outros colegas, também não será suficiente. Alguns teóricos da educação, a partir da constatação da complexidade das variáveis que intervêm nos processos educativos, tanto em número quanto em grau de inter-relações que se estabelece entre elas, afirmam a dificuldade de controlar esta prática de uma forma consciente. Na sala de aula acontecem muitas coisas ao mesmo tempo, rapidamente e de forma imprevista, e durante muito tempo, o que faz com que se considere difícil, quando não impossível, a tentativa de encontrar referências ou modelos para racionalizar a prática educativa.

Neste sentido Elliot (apud Miguet et. al.1993), distingue duas formas muito diferentes de desenvolver esta prática:

- Professor que empreende uma pesquisa sobre um problema prático, mudando sobre esta base algum aspecto de sua prática docente. Neste caso do desenvolvimento da compreensão precede a decisão de mudar as estratégias docentes.
- Professor que modifica algum aspecto de sua prática docente como resposta a algum problema prático, depois de comprovar sua eficácia para resolvê-lo. Através da avaliação, a compreensão inicial do professor sobre

o problema se transforma. Portanto, a decisão de adotar uma nova estratégia de mudança precede o desenvolvimento da compreensão. A ação inicia a reflexão.

Elliot considera que o primeiro tipo de professor constitui uma projeção das inclinações acadêmicas sobre o estudo do pensamento dos professores, que supõem que existe uma atuação racional na qual se selecionam ou escolhem as ações sobre a base de uma observação desvinculada e objetiva da situação; marco teórico em que pode se separar a investigação da prática. Para o autor o segundo tipo representa com mais exatidão a lógica natural do pensamento prático (ZABALA, 1998, p. 15).

Se entendermos que a melhora de qualquer das atuações humanas passa pelo conhecimento e pelo controle das variáveis que intervêm nelas, o fato de que os processos de ensino/aprendizagem sejam extremamente complexos – certamente mais complexos de qualquer outra profissão – não impede, mas sim torna-se mais necessário, que nós, professores, disponhamos e utilizemos referenciais que nos ajude a interpretar o que acontece em sala de aula. Se, dispomos de conhecimento deste tipo, nós os utilizaremos previamente ao planejar, no próprio processo educativo, e, posteriormente, ao realizar uma avaliação do que aconteceu. A pouca experiência do seu uso consciente, a capacidade ou a incapacidade que se possa ter para orientar e interpretar, não é um fato inerente à profissão docente, mas o resultado de um modelo educacional que em geral evitou este tema, seja como resultado da história, seja da debilidade científica.

Sabemos muito pouco, sem dúvida, sobre os processos de ensino aprendizagem, das variáveis que intervêm neles e como se inter-relacionam. Os próprios efeitos educativos dependem da interação complexa de todos os fatores que se inter-relacionam nas situações de ensino: tipo de atividade metodológica, aspectos materiais da situação, estilo do professor, relações sociais, conteúdos culturais, etc. (ZABALA, 1998, p. 15).

Necessitamos de meios teóricos que contribuam para que a análise da prática seja verdadeiramente reflexiva. Determinados referenciais teóricos que, entendidos como instrumentos conceituais extraídos do estudo empírico e da determinação ideológica, que permitam fundamentar nossa prática; dando pistas acerca de critérios de análise a cerca da seleção das possíveis alternativas de mudança.

As finalidades, os propósitos e os objetivos ou as intenções educativas, ou como se queira chamar, constituem o ponto de partida primordial que determina, justifica e dá sentido à intervenção pedagógica.

Segundo Zabala (1998), entender a intervenção pedagógica exige situar-se num modelo em que a aula se configura como um microsistema definido por determinados espaços, uma organização social, certas relações interativas, uma forma de distribuir o tempo, um determinado uso de recursos didáticos, etc., onde os processos educativos se explicam como elementos estreitamente integrados neste sistema. Assim, pois, o que acontece só pode ser examinado na própria interação de todos os elementos que nela intervêm. Podemos ver de que maneira a ordem e as relações que se estabelecem entre diferentes atividades determinam de maneira significativa o tipo e as características do ensino. Levando em conta o valor que as atividades adquirem quando as colocamos numa série ou seqüência significativa, é preciso ampliar esta unidade elementar e identificar, também as seqüências de atividades ou seqüências didáticas como unidade preferencial para a análise da prática, que permitirá o estudo e a avaliação sob uma perspectiva processual, que inclua as fases de planejamento, aplicação e avaliação.

A maneira de configurar as seqüências de atividades é um dos traços mais claros que determinam as características diferenciais da prática educativa. Desde os modelos mais tradicionais de 'aula magistral' (com seqüência: exposição, estudos sobre apontamentos ou manual, prova, qualificação) até o método de 'projetos de

trabalho global' (escolha do tema, planejamento, pesquisa e processamento da informação, índice, dossiê de síntese, avaliação), podemos ver que todos têm como elementos identificadores às atividades que os compõem, mas que adquirem personalidade diferencial segundo o modo como se organizam e articulam em seqüências ordenadas. Como vimos até agora, "sistematizar os componentes da complexa prática educativa comporta um trabalho de esquematização das diferentes variáveis que nela intervêm, de forma que com esta intenção analítica e, portanto de alguma maneira compartilhadora, podem se perder relações cruciais, trairdo o sentido integral que qualquer intervenção pedagógica tem" (ZABALA, 1998, p. 21).

Quando o conteúdo de aprendizagem é algo que pode ser visto, como acontece no caso da educação física, em que o professor observa o desempenho das atividades de cada aluno, utilizamos um modelo de ensino de acordo com uma interpretação complexa da aprendizagem. Por outro quando a aprendizagem se realiza sobre um conteúdo cognitivo, posto que não vemos o que acontece na mente do aluno, em vez de usar um modelo interpretativo mais complexo, simplificamos e estabelecemos propostas de ensino notavelmente uniformizadoras. O tratamento deve ser suficientemente flexível para permitir formas de intervenção que levem em conta a diversidade dos alunos. Mas o fato de que existam estes ou outros condicionantes não deve implicar a utilização de modelos que neguem a compreensão de como se produz os processos de aprendizagem. Pelo contrário, partindo do princípio de atenção à diversidade, temos que nos mover na identificação dos condicionantes que impedem levá-lo a cabo e tomar as medidas que diminuam ou eliminem esses condicionantes que impedem que nos ocupemos das demandas particulares de cada um dos alunos. Partindo do princípio à diversidade, é difícil conhecer os diferentes graus de conhecimento de cada indivíduo (aluno), identificar o desafio de que necessitam, saber que ajuda requerem e estabelecer a avaliação apropriada para cada um deles a fim de que se sintam estimulados a se esforçar em seu trabalho. Mas o fato de que por mais que nos custe não deve nos impedir de buscar meios ou

formas de intervenção, que cada vez mais, nos permitam dar uma resposta mais adequada às necessidades pessoais de todos e cada um dos nossos alunos (ZABALA, 1998).

4.19 Na concepção construtivista: como se produzem os processos de aprendizagem

Embora uma primeira aproximação ao conhecimento do como se aprende nos permite chegar à conclusão de que os modelos de ensino devem ser capazes de atender à diversidade dos alunos, existe uma série de princípios psicopedagógicos em torno da construção construtivista da aprendizagem suficientemente validados empiricamente, que como veremos são determinantes para estabelecer referências e critérios para a análise da prática e da intervenção pedagógica.

Partindo da natureza social e socializadora da educação escolar e do acordo construtivista que desde algumas décadas se observa nos âmbitos da psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem, reúne uma série de princípios que permitem compreender a complexidade dos processos de ensino/aprendizagem e que se articula em torno da atividade intelectual implica na construção de conhecimentos. Sem pretender dar explicações exaustivas do marco teórico, que tem tido uma ampla difusão, citaremos a seguir, alguns de seus elementos fundamentais. “Nossa estrutura cognitiva está configurada a uma rede de *esquemas de conhecimento*. Estes esquemas se definem como as representações que uma pessoa possui, num momento dado momento de sua existência, sobre algum objeto de conhecimento. Ao longo da vida estes esquemas são revisados, modificados, tornam-se mais complexos e adaptados à realidade, mais ricos em relações. A natureza dos esquemas de conhecimento de um aluno depende de seu *nível de desenvolvimento* e dos *conhecimentos prévios* que pôde construir; a situação de aprendizagem pode ser concebida como um processo de comparação, de revisão e de construção de esquemas de conhecimento sobre os conteúdos escolares” (ZABALA, 1998, p. 36).

Agora, “para que este processo se desencadeie, não basta que os alunos se encontrem frente a conteúdos para aprender; é necessário que diante destes possam atualizar seus conhecimentos, compará-los com o que é novo, identificar semelhanças e diferenças e integrá-los em seus esquemas, comprovar que o resultado tem certa coerência, etc. Quando acontece tudo isto – ou na medida em que acontece – podemos dizer que se está produzindo uma *aprendizagem significativa* dos conteúdos apresentados. Ou dito de outro modo estão se estabelecendo relações não arbitrárias entre o que já faz parte da estrutura cognitiva do aluno e o que lhe foi ensinado. Na medida em que podem se estabelecer estas relações, quer dizer, quando a distância entre o que se sabe e o que se tem que aprender é adequada, quando o novo conteúdo tem uma estrutura que o permite, e quando o aluno tem certa disposição para chegar ao fundo, para selecionar e tirar conclusões (Ausubel, Novak e Hanesian, 1983), sua aprendizagem é uma aprendizagem significativa que está de acordo com a adoção de um enfoque profundo. Quando estas condições são insuficientes ou não estão presentes, a aprendizagem que se realiza é mais superficial e, no limite, pode ser uma aprendizagem mecânica, caracterizada pelo escasso número de relações que podem ser estabelecidas com os esquemas de conhecimento presentes na estrutura cognitiva e, portanto, facilmente submetida ao esquecimento” (ZABALA, 1998, p. 37).

Como se tem repetido continuamente a aprendizagem significativa não é uma questão de tudo ou nada, mas de grau – do grau em que estão presentes as condições que mencionamos. Assim, pois, a conclusão é evidente: “*o ensino tem que estabelecer tantos vínculos essenciais e não arbitrários entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios quanto permita a situação*” (Zabala, 1998, p. 37). Chegando a este ponto, falaremos do ensino. Na concepção construtivista, o papel ativo e protagonista do aluno não se contrapõe à necessidade de um papel igualmente ativo por parte do educador. É ele quem dispõe as condições para que a construção que o aluno faz seja mais ampla ou mais restrita, se oriente

num sentido ou noutro, através da observação aos alunos, da ajuda que lhes proporciona para que utilizem seus conhecimentos prévios, da apresentação que faz dos conteúdos, mostrando seus elementos essenciais, relacionando-os com o que os alunos sabem e vivem, proporcionado-lhes experiências para que possa explorá-los, compará-los, analisá-los conjuntamente e de forma autônoma, utilizá-los em situações diversas, avaliando a situação em seu conjunto e reconduzindo-os quando considera necessário, etc. Dito de outro modo, a natureza da intervenção pedagógica, estabelece os parâmetros em que pode se mover à *atividade mental* do aluno, passando por momentos sucessivos de equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio (COLL, apud ZABALA, 1998).

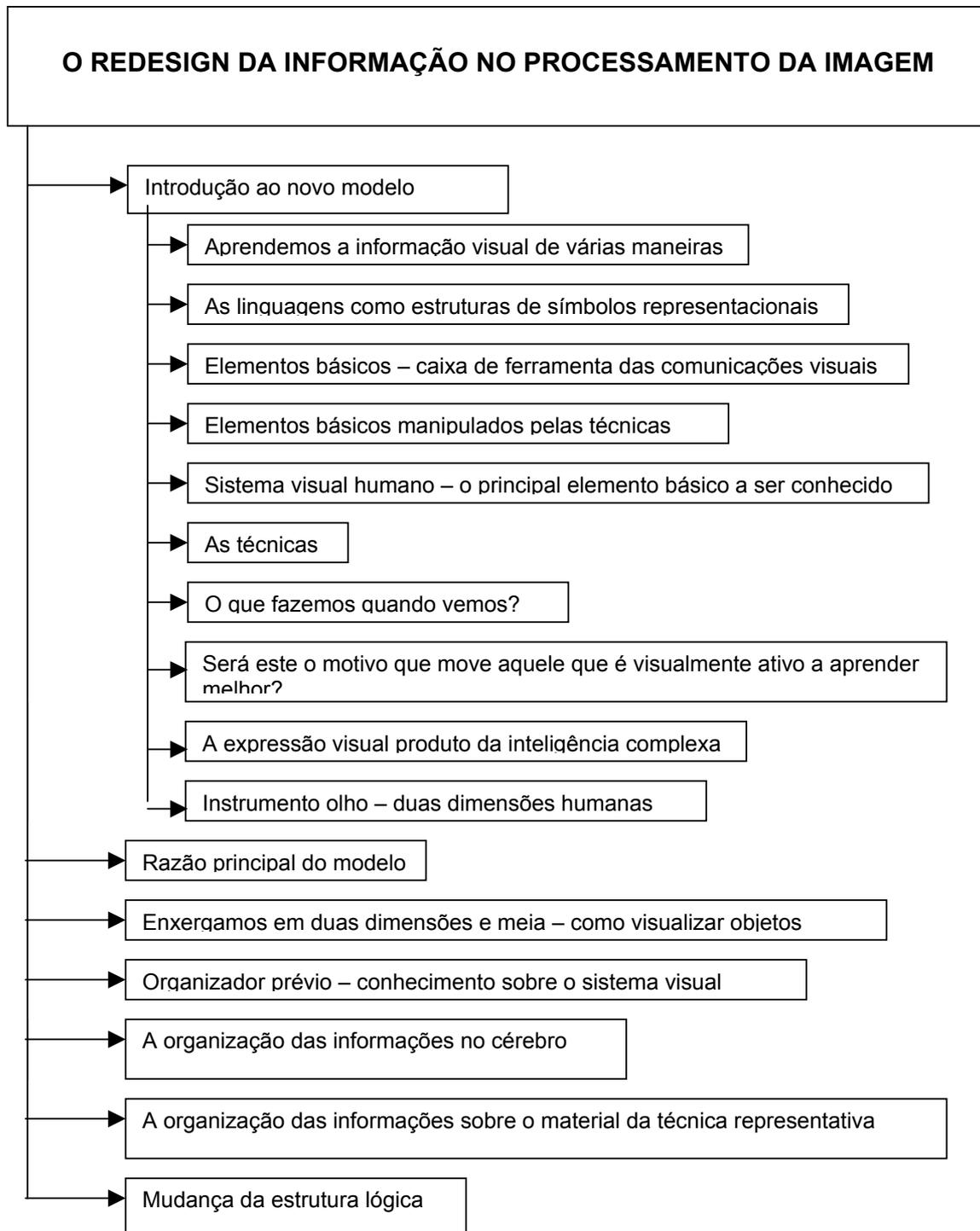
Assim, a intervenção pedagógica como uma ajuda adaptada ao processo de intervenção do aluno; uma intervenção que vai criando *Zonas de Desenvolvimento Proximal* (Vygostsky, 1979), e que ajuda os alunos a percorrê-la. Portanto a situação de ensino e aprendizagem pode ser considerada como um processo dirigido a superar desafios, desafios que possam ser enfrentados e que façam avançar um pouco mais além do ponto de partida. Na disposição para a aprendizagem – e na possibilidade de torná-la significativa - intervêm, junto às capacidades cognitivas, fatores vinculados às capacidades de equilíbrio pessoal, de relação interpessoal e de inserção social. Os alunos percebem a si mesmos e percebem as situações de ensino e aprendizagem de uma maneira determinada, e esta percepção – ‘consegurei, me ajudarão, é divertido, é uma chatice, vão me ganhar, não farei direito, é interessante, me castigarão, me darão boa nota,’ influi na maneira de se situar diante dos novos conteúdos e, provavelmente, nos resultados obtidos (SOLÉ, apud ZABALA, 1998).

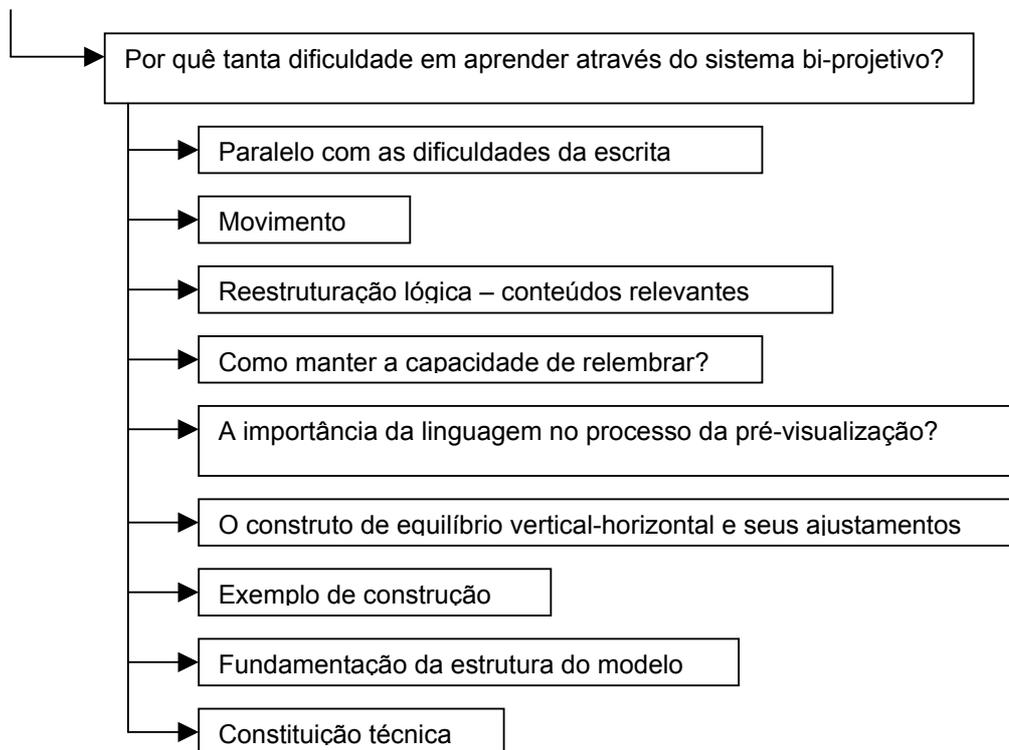
Por sua vez, estes resultados não têm um efeito, por assim dizer, exclusivamente cognitivo. Também incidem no *autoconceito* e na forma de perceber a escola, o professor e os colegas, e, portanto, na forma de se relacionar com eles. Quer dizer, incide nas diversas capacidades das pessoas, em suas competências e em seu bem estar.

A construção construtivista, da qual mencionamos anteriormente é mais do que um apontamento, parte da complexidade intrínseca dos processos de ensinar e aprender e, ao mesmo tempo, de sua potencialidade para explicar o crescimento das pessoas. Apesar de todas as perguntas que ainda restam por responder, é útil porque permite formular outras novas, respondê-las desde um marco coerente e, especialmente, porque oferece critérios para avançar.

Partindo da concepção e abordagem cognitivistas de como se produzem os processos de ensino/aprendizagem – como um processo de organização e armazenamento de informações que são incorporados a uma estrutura do cérebro do indivíduo de modo que possa ser manipulada e utilizada no futuro. Desta forma, iniciaremos o desenvolvimento um novo modelo do qual consta de um *redesign* das informações em nível contextual e organizacional sobre o sistema bi-projetivo de Monge, o sistema das projeções ortogonais, com a finalidade de facilitar a organização, o registro e a recuperação das informações, com base em todas as teorias acima citadas, que farão parte da construção deste novo modelo, que resultarão na construção de Mapas Mentais/Conceituais em relação à construção dos objetos através de imagens bidimensionais.

CAPÍTULO 5. MODELO





5.1 Introdução ao novo modelo

Não é difícil detectar a forte tendência à informação visual no comportamento humano. Buscamos um reforço visual em nosso comportamento por muitas razões: a mais importante delas é o caráter direto da informação, a proximidade da experiência real.

Um exemplo, desta forte tendência à informação visual no comportamento humano, é a demonstração do cotidiano, desde a mais simples construção – uma caixa de embalagem de um produto até os mais sofisticados produtos – a construção de edifícios residenciais e comerciais, de casas, de carros, de peças de motores, de armários, de estofados e etc., se produz, por meio de uma comunicação de imagens que contém informação gráfica do produto, por meio da comunicação visual.

Segundo Dondis (2000, p.6), “aceitamos a capacidade de ver da mesma maneira como vivenciamos: sem esforço. Para os que vêem, o processo requer pouca energia: os processos fisiológicos são automáticos no sistema nervoso do homem. Não causa assombro o fato de que a partir desse *output* mínimo recebam uma enorme quantidade de informações, de todas as maneiras e em muitos níveis. Tudo parece muito natural e simples, gerindo que não há necessidade de desenvolver nossa capacidade de ver e de visualizar e que bastaria aceitá-la como uma função natural”. Em seu livro *Towards a Visual Culture*, Caleb Gattegno comenta Dondis (2000), referindo-se à natureza: “Embora usada por nós com tanta naturalidade, a visão ainda não produziu sua civilização. A visão é veloz, de grande alcance, simultaneamente analítica e sintética. Requer tão pouca energia para funcionar, como funciona, à velocidade da luz, que nos permite receber e conservar um número infinito de unidades de informações numa fração de segundos. A observação de Gattegno, segundo Dondis (2000), é um testemunho da riqueza assombrosa de nossa capacidade visual, o que nos torna propensos a concordar entusiasticamente com suas conclusões: “Com a visão, o infinito nos é dado de uma só vez: a riqueza é sua descrição”. E esta descrição além de ser apenas visual, é possível descrevê-la através de construção gráfica. E esta construção gráfica é executada através das técnicas existentes, cada uma delas, dependendo da mensagem cumpriria a sua função, pois segundo DONDIS (2000) a mensagem segue a função. Neste sentido a forma acompanha a função, o que determina a utilidade deste processo, dando ao *Designer* um certo grau de objetividade que não é tão necessária a um pintor de cavalete, por exemplo. A forma do produto final depende daquilo para que ele serve.

5.1.1 Aprendemos a informação visual de várias maneiras

- A percepção e as forças sinestésicas, de natureza psicológica, são de importância fundamental para o processo visual. O modo como nos mantemos em pé, nos movimentamos, mantemos o equilíbrio e nos protegemos, reagimos à luz ou ao escuro, ou ainda a um movimento súbito, são fatores que têm uma relação importante com a nossa maneira de

receber e interpretar as mensagens visuais. Todas essas reações são naturais e atuam sem esforço: não precisamos estudá-las nem aprender como efetuar-las. Mas elas são influenciadas, e possivelmente modificadas, por estados psicológicos e condicionamentos culturais, e, por último, pelas expectativas ambientais. O modo como encaramos o mundo quase sempre afeta aquilo que vemos. O processo é, afinal, muito individual para cada um de nós. O controle da psique é freqüentemente programado pelos costumes sociais (DONDIS, 2000, p. 18-19).

- O ambiente também exerce um profundo controle sobre a nossa maneira de ver. Um indivíduo que cresce no mundo moderno ocidental condiciona-se às técnicas de perspectiva que apresentam num mundo sintético e tridimensional através da pintura e da fotografia, meios que na verdade são planos e bidimensionais. Por exemplo, um aborígine precisa aprender a decodificar a representação sintética da dimensão que, numa fotografia, se dá, através da perspectiva. Tem de aprender as convenções: é incapaz de vê-la naturalmente. O habitante das montanhas, por exemplo, tem de dar uma nova orientação ao seu modo de ver quando se encontra numa grande planície. Em nenhum outro exemplo se torna tão evidente do que na arte dos esquimós. Tendo uma experiência tão intensa do branco indiferenciado da neve e do céu luminoso em seu ambiente, que resulta num obscurecimento do horizonte enquanto referência, a arte do esquimó toma liberdades com os elementos verticais ascendentes e descendentes (DONDIS, 2000, p.19).
- Os engenheiros, os arquitetos, designers, comunicadores visuais gráficos precisam, necessariamente, dar uma orientação específica aos seus elementos na construção de seus projetos e produtos para que possamos visualizá-los e comunicá-los através da linguagem específica à sua área. Cada área de atuação tem suas especificidades e devem ser trabalhadas de acordo com a sua estrutura de linguagem por meio de uma técnica

representativa; para que a comunicação seja única e seja interpretada de acordo com a linguagem de um grupo que compartilha do mesmo significado. 'Por este motivo, a técnica específica da área de atuação, precisa ser aprendida'.

- Mas, apesar destas diferenças em suas especificidades, não podemos esquecer que, há um sistema visual, perceptivo e básico, que é comum a todos os seres humanos; sistema, este sujeito a variações em seus elementos estruturais básicos.

Apesar de Dondis (2000) dizer que o alfabetismo visual jamais poderá ser um sistema tão lógico e preciso quanto à linguagem, podemos sim, fazer uma associação a essa estrutura, como um referencial, aproveitando as estruturas semelhantes, como guia, para a formação de novas estruturas, não de forma idêntica, mas respeitando a lógica do sistema visual e as suas especificidades.

5.1.2 As linguagens como estruturas de símbolos representacionais

As linguagens em geral trabalham com uma estrutura de símbolos representacionais. Apesar de serem diferentes, a linguagem visual também trabalha com símbolos representacionais, específicos a sua área, organizados dentro de uma estrutura lógica para esse tipo de linguagem. Acreditamos, ser, viavelmente possível criar uma estrutura lógica semelhante à linguagem, porém obedecendo às necessidades básicas do alfabetismo visual. No entanto, acreditamos que a dificuldade maior está na base representacional, porque cada especialidade dentro do alfabetismo visual obedece a uma técnica representativa, utilizando símbolos específicos àquela área de atuação.

Neste sentido, acreditamos ser possível utilizar uma analogia da linguagem escrita para o desenvolvimento e a reorganização de novas lógicas, porém, sempre compatíveis e adequadas ao alfabetismo visual.

Na linguagem escrita aprendemos a conhecer os símbolos representados pelas letras do alfabeto: a, b, c, e etc.; e, a partir da relação e integração destes símbolos podemos representar a informação desejada. Na linguagem gráfica aprendemos a conhecer os símbolos do alfabeto gráfico: a reta, plano em várias direções e o ponto. E a partir da relação e integração destes símbolos, podemos representar a informação desejada – o objeto. Porém, este paralelo efetuado entre as duas linguagens, tem um grande diferencial: a comunicação através da linguagem escrita pode sofrer inúmeras interpretações e a através da linguagem gráfica o processo informativo é direto.

No entanto, para que a comunicação direta ocorra de forma eficiente e com conhecimento de linguagem, é necessário que sejamos cautelosos e conscientes em readaptar as técnicas, habitualmente utilizadas ao funcionamento fisiológico visual e aos processos perceptivos humanos. Desta forma, ao interrelacioná-los, acreditamos ter grandes possibilidades de chegar a uma estrutura coerente de conhecimento capaz de desenvolver o alfabetismo visual. E, acreditamos atingir esse desenvolvimento, quando vivenciarmos experiências por meio de novas estruturas contextuais, organizacionais e metodológicas desenvolvidas para as técnicas.

Segundo Dondis (2000) a tendência de associar a estrutura verbal à estrutura visual é perfeitamente compreensível. Existe um vasto universo de símbolos que identificam ações e organizações, direções, símbolos que vão desde os mais pródigos em detalhes representativos até os mais abstratos e tão desvinculados da informação identificável que é preciso aprendê-los da maneira como se aprende uma língua.

Outra maneira de analisarmos esta linguagem é reconhecer que tudo o que vemos e criamos através do nosso sistema visual, compõem-se dos elementos visuais básicos que representam a força visual estrutural, de enorme importância para o significado e poderosa no que diz respeito à resposta. É uma parte inextrincável

de tudo aquilo que vemos, seja qual for a sua natureza, realista ou abstrata. É energia visual pura, despojada.

Saber como funcionam no processo da visão, e de que modo são entendidos, podem contribuir enormemente para a compreensão e de como podem ser aplicados à comunicação visual. Confiamos nos nossos olhos e deles dependemos (DONDIS, 2000).

5.1.3 Elementos Básicos – Caixa de ferramenta das comunicações visuais

Dondis (2000, p. 24) nos assegura que a caixa de ferramenta de todas as comunicações visuais são os elementos básicos, a fonte compositiva de todo tipo de materiais e mensagens visuais, além de objetos e experiência: o ponto, a imagem visual mínima, o indicador e marcador de espaço; a linha, o articulador fluido e incansável da forma, seja na soltura vacilante do esboço seja na rigidez de um projeto técnico; a forma, as formas básicas, o círculo, o quadrado, o triângulo, e todas as suas infinitas variações, combinações, permutações de planos e dimensões; a direção, o impulso de movimento que incorpora e reflete o caráter das formas básicas, circulares, diagonais, perpendiculares; o tom, a presença ou a ausência de luz, através da qual enxergamos; a cor, a contraparte de tom com o acréscimo do componente cromático, o elemento mais expressivo e emocional; a textura; ótica ou tátil, o caráter de superfícies dos materiais visuais; a escala ou proporção, a medida e o tamanho relativos; a dimensão e o movimento, ambos implícitos e expressos da mesma frequência. São esses os elementos visuais; a partir deles obtemos matéria-prima para todos os níveis de inteligência visual, e, é a partir deles que se planejam e expressam todas as variedades de manifestações visuais, objetos, ambientes e experiências.

5.1.4 Elementos básicos manipulados pelas técnicas

Os elementos básicos visuais são manipulados com ênfase pelas técnicas de comunicação visual, numa resposta direta ao caráter do que está sendo concebido e ao objetivo da mensagem.

5.1.5 Sistema visual humano – o principal elemento básico a ser conhecido

Para que haja um perfeito entendimento no reconhecimento de uma informação visual através das técnicas existentes, é necessário, portanto, que as aproximamos um pouco mais do conhecimento básico de todas as técnicas visuais que é 'o nosso sistema visual'; como ele em qualquer tipo de técnica representada visualiza, percebe. É a fonte básica necessária prévia a qualquer técnica representativa visual. Para isto, é necessário conhecê-lo de forma mais próxima, mais real e prática possível porque é ele que nos mostra a origem, o suporte ao entendimento das técnicas, designando as mesmas um significado.

O conhecimento em profundidade dos processos perceptivos que regem as respostas aos estímulos visuais, intensifica o controle do significado. O conhecimento desses fatos perceptivos educa nossa estratégia compositiva e oferece critérios sintáticos a todos os que começam a se voltar para o aprendizado do alfabetismo visual, que desta forma poderão controlar e determinar os rumos do conteúdo a ser trabalhado ou a ser conhecido.

Perceber não é apenas olharmos para a natureza ou qualquer objeto construído. Ao olharmos para algo desta forma, ressaltamos e absorvemos poucos elementos de reconhecimento do que realmente a imagem poderia nos fornecer em termos de informações. O conhecimento de nosso modo de perceber e visualizar imagens nos faz compreender, a estrutura das técnicas – o porquê delas serem constituídas de determinados elementos e o porquê destes elementos serem organizados de uma determinada maneira. É o processo das técnicas, que nós faz compreender a estrutura dos objetos, como eles foram e são construídos.

Segundo (Dondis, 2000) os elementos visuais constituem a substância básica daquilo que vemos e seu número é reduzido: o ponto, a linha, a forma, a direção, o tom, a cor, a textura, a dimensão, a escala e o movimento. Por poucos que sejam é a matéria prima de toda a informação visual em termos de opções de combinações seletivas. A escolha dos elementos visuais que serão enfatizados e a manipulação desses elementos, tendo um efeito pretendido, está nas mãos do artista, do artesão, do designer, do engenheiro, do arquiteto, do designer gráfico, ele é o observador e cabe a ele, definir, quais elementos fazem parte do significado visual compartilhado na sua área. O que ele decide fazer com os elementos básicos que fazem parte do repertório da sua área de comunicação, é sua arte, seu ofício, e as opções são infinitas.

Os elementos visuais mais simples podem ser usados com grande complexidade de intenções e finalidades. A estrutura da obra visual é a força que determina quais elementos visuais estão presentes e com qual ênfase essa presença ocorre. Sua base teórica é formada por partes interatuantes, que podem ser isoladas e vistas como inteiramente independentes e depois reunidas no todo, como partes totalmente dependentes.

5.1.6 As técnicas

São muitas as técnicas que podem ser utilizadas na busca de soluções visuais. As técnicas são os agentes no processo de comunicação visual; é através de sua energia que o caráter de uma solução visual adquire forma. As opções são vastas, são muitos os formatos e os meios; os três níveis da estrutura visual interagem: o *input* visual, que consiste na miríades de “símbolos”, o material “representacional” que identificamos no meio ambiente através do desenho, da pintura, da escultura e do cinema e a “estrutura abstrata”, a forma de tudo aquilo que vemos, seja natural ou resultado de uma composição para efeitos intencionais.

Por mais avassalador que seja o número de opções abertas a quem pretenda solucionar um problema visual, são as ‘técnicas’ que apresentarão sempre uma maior eficácia enquanto elementos de conexão, entre, a interação e o resultado. Inversamente, o conhecimento da natureza das técnicas criará um público mais perspicaz para qualquer manifestação visual (DONDIS, 2000).

Em nossa busca de alfabetização visual, devemos preocupar com uma das áreas de análise e definição, nas as forças estruturais que existem funcionalmente na ‘relação interativa’ entre os ‘estímulos visuais’ (elementos e técnicas) e o ‘organismo humano’, tanto a nível ‘físico’ quanto ‘psicológico’; o caráter dos elementos visuais; e o poder de configuração das técnicas. Além disso, as soluções visuais, devem ser regidas pela postura e pelo significado pretendido, através do estilo pessoal e cultural. Devemos finalmente considerar o meio em si, cujo caráter e cujas limitações irão reger os métodos de solução.

Em todos os aspectos o processo é complexo. Porém, não há porque, transformar a complexidade num obstáculo à compreensão do meio visual. É mais fácil dispor de um conjunto de definições e limites comuns para a construção ou a composição, do que usar a simplicidade das regras comuns. Isso pode restringir o potencial de variações e expressões criativas.

5.1.7 O que fazemos quando vemos?

Quando vemos, fazemos muitas coisas ao mesmo tempo. Vemos, periféricamente, um vasto campo. Vemos através de um movimento de cima para baixo e da esquerda para a direita e em várias direções. Com relação ao que isolamos em nosso campo visual, impomos não apenas eixos implícitos que ajustam o nosso equilíbrio, mas também um mapa estrutural que registre e meça a ação das forças compositivas, tão vitais para o conteúdo e, conseqüentemente, para o *input* e *output* da mensagem. Tudo isso acontece ao mesmo tempo em que decodificamos todas as categorias de símbolos.

Trata-se de um processo multidimensional, cuja característica mais extraordinária é a simultaneidade. Cada função está ligada a um processo e à circunstância, pois a visão não oferece somente visões metodológicas para o resgate de informações, mas também opções que coexistem e são disponíveis e interativas ao mesmo tempo. Os resultados são extraordinários, não importando quão condicionados estamos a tomá-los como verdadeiros.

A velocidade da luz, a inteligência visual, transmite uma multiplicidade de unidades básicas de informação, ou *bits*, atuando simultaneamente como um dinâmico canal de comunicação e um recurso pedagógico, ao qual não se deu o devido reconhecimento.

5.1.8 Será esse o motivo que move aquele que é visualmente ativo a aprender melhor?

Gattegno, segundo Dondis (2000, p.26) formulou magistralmente essa questão, em *Towards a Visual Culture*: “Há milênios o homem vem funcionando como uma criatura que vê, e, assim abarcando vastidões. Porém, através da televisão e dos meios moderno, o cinema e a fotografia, enquanto meio de expressão, e, portanto, de comunicação para os poderes infinitos da expressão visual, capacitou-nos a compartilhar, com todos os nossos semelhantes e com enorme rapidez, imensos conjuntos dinâmicos”.

Não existe nenhuma maneira fácil de desenvolver o alfabetismo visual, mas este é tão vital para o ensino dos mais modernos meios de comunicação quanto à escrita e a leitura fora para o texto impresso. Na verdade, ele pode tornar-se o componente crucial de todos os canais de comunicação do presente e do futuro. Enquanto a informação foi basicamente armazenada e distribuída através da linguagem e o artista foi visto pela sociedade como um ser solitário em sua capacidade exclusiva de comunicar-se visualmente, o alfabetismo verbal universal foi considerado essencial, mas a inteligência visual foi amplamente ignorada. A

invenção da câmera provocou o surgimento espetacular de uma nova maneira de ver a comunicação, e, por extensão a educação. A câmera, o cinema, a televisão, o videocassete e o videoteipe, além dos meios visuais que ainda não estão em uso, modificarão não apenas a nossa educação, mas da própria inteligência. Em primeiro lugar, impõe-se uma revisão das nossas capacidades básicas. A seguir vem a necessidade urgente de desenvolver um sistema estrutural e uma metodologia para o ensino e o aprendizado de como interpretar visualmente as idéias (DONDIS, 2000, p.26).

Numa infinita evolução dos recursos técnicos, a fotografia e o cinema passam por um constante processo de simplificação para que possam servir a muitos objetivos. Mas a habilidade técnica no manuseio do equipamento não é suficiente. A natureza dos meios de comunicação enfatiza a necessidade de 'compreensão de seus meios visuais'. A capacidade intelectual decorrente de um treinamento para criar e compreender as mensagens visuais está se tornando uma necessidade vital para quem pretenda engajar-se nas atividades ligadas a comunicação. É bastante provável que o alfabetismo visual venha torna-se, num dos paradigmas fundamentais da educação.

5.1.9 Expressão visual produto da inteligência complexa

Na verdade, a expressão visual é o produto de uma inteligência extremamente complexa, da qual temos, infelizmente um conhecimento muito reduzido. "O que vemos é uma parte fundamental do que sabemos, e o alfabetismo visual pode nos ajudar a ver o que vemos e, a saber o que sabemos (DONDIS, 2000, p.27).

Na criação de mensagens visuais o significado não se encontra apenas nos efeitos acumulativos da disposição dos elementos básicos, mas também no mecanismo perceptivo universalmente compartilhado pelo organismo humano. É o processo de absorver as informações no interior do sistema nervoso através dos olhos, do sentido da visão.

A ênfase de determinados elementos em detrimento de outros e da manipulação destes elementos depende da opção estratégica das técnicas. E são através destas opções que encontramos o significado. Segundo Dondis (2000) um só fator é moeda corrente e essencial entre todas as pessoas – o sistema físico das percepções visuais, os componentes psicofisiológicos do sistema nervoso, o funcionamento mecânico – o aparato sensorial através do qual vemos.

Embora este trabalho não pretenda afirmar a existência de soluções simples e absolutas, para o controle ‘de um dos aspectos’ da linguagem visual, a representação de imagens bidimensionais segundo o Método de Monge – que é a representação da superfície visível, que na realidade, é como o nosso sistema visual identifica e visualiza – adotaremos neste trabalho algumas inovações em termos de teorias em nível contextual, organizacional e metodológica, para melhor assegurarmos a partir deste *redesign* a organização, o registro e a recuperação das informações visuais desenvolvidas por esta técnica representativa. A primeira delas seria teorias sobre como nós seres humanos visualizamos, como o nosso instrumento olho visualiza. Enxergamos o todo, em três dimensões, ou apenas partes de qualquer tipo de imagem ou de um objeto, por exemplo? Se, enxergamos apenas partes, como construímos a tridimensionalidade? Com toda a segurança podemos dizer que enxergamos partes de qualquer objeto. Segundo Pinker (1999) a maioria dos objetos é opaco com superfícies intersectando outras. Isso faz com que seja literalmente impossível chegar à mesma descrição do objeto a partir de qualquer ponto de observação.

Por exemplo, não podemos saber como são os fundos de uma casa se estivermos na frente dela. Nós enxergamos a altura e a largura daquilo que está na nossa frente, o que está atrás, nós não visualizamos. Neste sentido nossa visão é bidimensional e não tridimensional como a maioria das pessoas pensam ser. A tridimensionalidade é construída pelo cérebro. Quando sai de cena a visão propriamente dita, através do nosso instrumento olho, entra em ação o cérebro, de

posse das imagens bidimensionais, arquivadas na memória, assumindo a construção da tridimensionalidade.

5.1.10 Instrumento olho – duas dimensões e meia

De um modo geral dizemos que visualizamos em 2D; Marr, porém, nos diz que enxergamos não apenas em 2D, mas, mais precisamente, em 2D e meia; conforme experiência comprovada por ele próprio, citado por Pinker (1999), onde justifica dizendo que “a profundidade é rebaixada a “meia dimensão” porque não define o meio o qual a informação visual é mantida (diferentemente da esquerda-direita e alto-baixo). É apenas uma informação mantida nesse meio” (PINKER, 1999, p. 277).

Fundamentado nesta justificativa acreditamos, que desta forma, o ‘cérebro consegue identificar e visualizar’ a terceira dimensão, através desta meia dimensão porque está ali, representada – pelo ponto – apesar de não ser visualizada pelos nossos olhos. Quando falamos em apenas duas dimensões, parece-nos ignorar a presença da terceira dimensão, da profundidade e ficamos bastante confusos. Esta talvez seja a razão, pela qual, a maioria das pessoas não conseguem definir, em que dimensão nós seres humanos enxergamos, através do nosso sistema visual. Com este acréscimo da meia dimensão proposta por Marr, as duas dimensões que é o que o sistema concretamente visualiza, através do nosso olho, ficam nitidamente justificadas.

Com esta simples justificativa para o fato, criada neste modelo, podemos observar o cuidado que nós educadores devemos ter na distribuição de uma informação técnica, que muitas vezes, ao invés de facilitar a representação gráfica, confunde ainda mais por falta de conhecimento e má uso desta informação por parte de quem informa.

5.2 Razão principal do modelo

Neste sentido, a razão principal da exploração e elaboração deste trabalho é constatar a necessidade de uma reestruturação, um acréscimo de informações importantes e relevantes que não podem ficar fora do processo de ensino-aprendizagem do sistema bi-projetivo de Monge. Deixar de mencionar informações importantes como esta: de ‘como nós seres humanos processamos uma informação visual’ desintegra todo o processo de construção, em qualquer técnica gráfica usada para representá-la. Pois, desta forma, estaríamos trabalhando um conteúdo sem um suporte teórico da estrutura visual humana do próprio aluno que ‘vivenciadas na prática’, organiza as informações e entrelaça as informações anteriores às posteriores, desenvolvidas pela técnica.

5.3 Enxergamos em duas dimensões e meia – como visualizar objetos?

Se nós seres humanos enxergamos em 2D e meia, como o sistema visual humano articula esta visualização na identificação e visualização de objetos?

Cabe a nós, portanto, girarmos o objeto ou andarmos ao redor dele, para, através das várias visualizações bidimensionais, deixar que o cérebro, através das inúmeras imagens bidimensionais arquivadas na memória, construa a tridimensionalidade. Segundo Pinker (1999, p. 313) “isto significa que nossa memória, para este objeto, é um álbum de visões separadas; partes independentes são reunidas para exibição de um objeto inteiro”. Isso explica porque demorou tanto a invenção da perspectiva na arte, apesar da maioria das pessoas enxergarem em perspectiva. Quando estamos diante dos trilhos de um trem, o vemos convergir. Nenhuma pessoa perceptiva encarnada, presa a um local e a um momento, pode vivenciar uma cena de vários pontos de observação simultaneamente, por isso que o objeto não corresponde àquilo que a pessoa vê (PINKER, 1999).

Porém, ainda nos parece pouco provável que as pessoas tenham que olhar um objeto por quarenta ângulos diferentes para que possam reconhecê-lo mais tarde. Lembre-se de que as pessoas baseiam-se de cima para baixo para reconhecer formas. Analisando por este ângulo, “os quadrados não são losangos”. Mas, se observarmos a forma do quadrado e a forma do losango, percebemos que a nossa retina o identifica como sendo um único quadrado. Esta nova forma se destina apenas ao movimento – a rotação deste quadrado numa nova direção – em relação a um referencial centrado no observador, a partir de um mesmo ponto de observação. Pinker (1999) nos diz que este não reconhecimento como sendo o mesmo objeto se induz uma contaminação da teoria pura do geon: as relações como “acima de” e “em cima” tem que partir da retina, com um ajuste da gravidade, e não do objeto.

No entanto, se dizemos as pessoas que a forma sofreu uma inclinação, elas a reconhecem rapidamente, como no caso do quadrado e do losango. As pessoas conseguem rotacionar mentalmente a forma à posição vertical, e com isto reconhecer a forma rotacionada. No caso da técnica desenvolvida no sistema bi-projetivo de Monge, é isso que acontece. São representações em duas imagens, horizontal e vertical. Trabalhamos com estas duas imagens porque precisamos das três dimensões de um objeto. Na projeção da imagem vertical observamos largura e altura, na projeção horizontal largura e profundidade. Na verdade é um dos truques que esta técnica utiliza para a construção de objetos. Além disso, devemos saber identificar (reconhecer) o mesmo objeto mesmo estando em novas orientações, em direções diferentes, através de imagens, também bidimensionais, que sofrem um movimento, uma angulação, através de uma rotação mental, em busca de novas direções.

Desta forma, através de um famoso conjunto de experimentos feitos em laboratório com seres humanos, por Cooper e Shepard, comprovadas por Tarr e Pinker apontou a “rotação mental” como sendo a chave fundamental no

reconhecimento de formas de objetos. Os experimentos indicaram a clara evidência da rotação mental. Quanto mais desorientado o objeto estava em relação à posição vertical, que é o nosso referencial primário, mais tempo as pessoas demoravam, para reconhecê-lo.

O que significa este referencial primário? É considerado um referencial primário porque é a primeira imagem que o nosso olho alcança, a imagem mais acessível, mais direta – porque normalmente estamos na posição vertical. A posição horizontal, por sua vez, é considerada um referencial secundário porque é a segunda posição menos complexa de ser identificada.

Como o sistema bi-projetivo de Monge trabalha com imagens de objetos em várias orientações – em movimento – através da inclinação da reta e do plano, esta teoria explica em tempo real porque trabalhamos com reta e plano em várias direções em relação aos planos referenciais de projeção: vertical (primário) horizontal (secundário), no qual detalharemos mais à frente quando, do desenvolvimento da técnica propriamente dita.

Este suporte teórico dos conhecimentos sobre o nosso sistema visual e da nossa configuração (forma) no reconhecimento de objetos inclinados, através da teoria da rotação mental, previamente ao desenvolvimento da técnica, funciona como um material introdutório, um organizador da estrutura de conhecimento sobre o sistema bi-projetivo de Monge – o que Ausubel denomina de “organizadores prévios”.

5.4. Organizador prévio – conhecimento sobre o sistema visual

Segundo o próprio Ausubel, a principal função do “organizador prévio” é de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa. Segundo Moreira & Masini (2001), Ausubel recomenda o uso de “organizadores prévios” para que os

mesmos sirvam como âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores, que facilitem a aprendizagem subsequente.

Subsunçor (idéia-âncora) – Idéia (conceito ou proposição) mais ampla, que funciona como subordinador de outros conceitos na estrutura cognitiva e como ancoradouro no processo de assimilação. Como resultado dessa interação (âncoragem), o próprio subsunçor é modificado e diferenciado (MOREIRA & MASINI, 2001, p.104).

O uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel, para deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa. Os organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido. Ou seja, os organizadores prévios sobre o conhecimento do sistema visual, as formas perceptivas de visualização humana e as forças sinestésicas, são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas” entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber. Só então, partimos para os elementos básicos de construção, diretamente ligados ao processo de construção dos objetos, que fazem parte do conteúdo da técnica desenvolvida no sistema bi-projetivo de Monge, que trabalha com um sistema de representação de imagens em duas dimensões e meia.

5.5. A organização das informações no cérebro

Quanto ao aspecto pedagógico, a teoria cognitiva da aprendizagem proposta por Ausubel (Moreira & Masini, 2001), ressalta a dimensão organizadora das informações no cérebro humano. Segundo esta teoria, a aprendizagem se daria à medida que novas informações, ou conteúdos encontrassem seu lugar conectando-se a uma organização cognitiva previamente estabelecida. A conexão ocorreria quando o aluno percebesse um significado nos novos conteúdos. Este significado seria assim o relacionamento, feito pelo estudante, de novas

informações com aquelas que ele já conhece. O aluno, como ressalta Novak, descrito por Moreira & Masini (2001), precisa estar consciente desta necessidade, precisa deliberadamente buscar significado no seu processo de aprendizagem. Mas o estudante não está sozinho neste processo; está com professores, colegas e livros. E, a qualidade do material que conduz a informação, é fundamental para a busca de significado. Esta 'qualidade' é dada pela 'organização interna do material a ser aprendido'.

5.6 A organização das informações sobre o material da técnica representativa

A organização do material sobre a técnica representativa do sistema bi-projetivo de Monge precisa estar interligada ao conhecimento prévio sobre o sistema visual humano, pois serve como âncora para as novas aprendizagens e que levam ao desenvolvimento de conceitos subsunçores, que facilitam a aprendizagem subsequente – a aprendizagem da técnica propriamente dita. Neste sentido, este material passa a fazer sentido; passa a ter significado próprio. Segundo Moreira & Masini (2001) um texto, com idéias desarticuladas; seja por redação confusa, seja por omissão de elementos informativos, não seria apropriado como recurso de aprendizagem. Em resumo, não favoreceria o trabalho intelectual do aluno, de produzir sentido, de relacionar tal conteúdo com seu repertório pessoal, isto é, de aprender, de reorganizar sua estrutura cognitiva.

Nessa concepção de organização, encontra-se o pressuposto da hierarquização: informações mais complexas requerem, para se estruturar, à aprendizagem de outras mais simples. Para que o estudante aprenda, ele precisa antes de mais nada, estar diante 'de um conteúdo potencialmente dotado de sentido', isto é, seus diversos elementos devem estar relacionados de forma clara, estando então disponível para que ele próprio, o estudante, possa realizar o seu trabalho de aprender. A ausência de determinados conhecimentos poderia inviabilizar a aquisição de outros.

É o caso do estudo proposto neste modelo: a falta de conhecimento, sobre o sistema visual e sobre o reconhecimento humano das formas de visualização, inviabiliza a compreensão da técnica desenvolvida no sistema bi-projetivo de Monge, por dois motivos: “falta de ancoragem” (de organizadores prévios) e “falta de organização da seqüência lógica da técnica”. E isto se dá, devido à falta de relação da representação técnica, que está organizada numa estrutura seqüencial incompatível ao funcionamento visual humano. Para exemplificar melhor e criando uma metáfora: ‘um *software* incompatível a um *hardware*’.

5.7 Mudança da estrutura lógica

Porém adotar esse organizador prévio e continuar mantendo a mesma estrutura seqüencial lógica existente, no ensino-aprendizagem do sistema bi-projetivo de Monge pouco adiantaria, pois a estrutura lógica existente, não favorece o trabalho de produzir sentido, de relacionar o material novo, prévio, com a técnica ou o método de representação existente. A estrutura existente está desconectada dos organizadores prévios, porque a organização técnica não está associada, não trabalha, por exemplo, com a teoria empregada neste modelo, a teoria da rotação mental no desenvolvimento bi-projetivo de Monge. Trabalha simplesmente desintegrada de qualquer teoria, de forma solta e isolada. Na verdade não existe teoria, o que existe é uma série de representações gráficas, as quais demonstram os seus elementos de construção, sem um sentido construtivo perceptivo, sem um significado relacionado e compartilhado. Além do que, esta estrutura existente não está organizada numa seqüência adequada à ‘qualidade da informação’. Aspectos estes, necessários e de acordo com o funcionamento e o processamento visual humano – comprovadas pelas teorias abordadas (mediante os aspectos fisiológicos visuais, perceptivos e aspectos pedagógicos) que envolvem a organização das informações, a respeito do conteúdo desenvolvido, proposto pela técnica utilizada no sistema bi-projetivo proposto.

O modelo teórico de aprendizagem do sistema bi-projetivo de Monge, tradicionalmente utilizado no modelo convencional, não consta uma teoria de ancoragem prévia nem antes e nem durante o processo de desenvolvimento da técnica, o que permite a análise de um fenômeno bastante freqüente nas salas de aula: a insistência dos alunos em memorizar problemas relacionados a alguns tópicos e conceitos isolados, como se fossem independentes, estabelecendo assim um hábito de estudo que, longe de promover a aprendizagem, induz a um empobrecimento do conhecimento e insatisfações. De acordo com Ausubel (Moreira & Masini, 2001), poderíamos dizer que tal hábito de memorização independente estaria se dando, por dificuldade dos alunos em conectar o que estaria sendo ensinado com a bagagem intelectual prévia, ou que o material de ensino a eles apresentado, não seria dotado intrinsecamente de sentido. Os alunos, pela insistência em memorizar, estariam expressando uma estagnação no processo de aprendizagem, ou por decisão pessoal (falta de interesse), ou por lhes faltarem elementos cognitivos necessários.

Desta forma, levantamos neste trabalho a hipótese de que a falta de relações, e, a má organização das informações, produz, no estudante, uma memorização isolada das informações, sem sentido, sem significado, proporcionando uma falta de qualidade do material a ser aprendido, e, portanto, ausência de conhecimento.

As bibliografias apresentam-se deficitárias na exposição do material ou dos conteúdos, sobretudo, omitindo elementos informativos que compõem teorias, conceitos e exemplificações inseridas dentro do contexto visual, abordadas por teorias contemporâneas pesquisadas por especialistas, que trabalham na área da visão, em relação aos processos fisiológicos e perceptivos, acima mencionados. O resultado seria uma falta de sentido experimentado pelos alunos. As informações estariam sendo oferecidas sem condições potenciais de serem aprendidas.

5.8 Por quê tanta dificuldade em aprender através do sistema bi-projetivo?

Neste modelo podemos constatar três motivos básicos e claros:

- A falta de conhecimento prévio à técnica sobre o conhecimento do nosso sistema visual que dê sustentação ao que vai ser aprendido;
- A falta de conhecimento prévio à técnica, sobre a teoria da rotação mental – que é como nós seres humanos reconhecemos a forma de objetos em várias orientações, em movimento;
- A falta de conhecimento à técnica de uma organização seqüencial lógica de raciocínio, que devem ser estruturadas dentro de uma lógica associativa, buscando a cada nova informação, uma ancoragem prévia na informação anterior, de acordo com as teorias sobre o conhecimento do sistema visual e a teoria da rotação mental.

5.8.1 Paralelo com as dificuldades da escrita

Neste sentido, para um melhor entendimento destas dificuldades vamos utilizar a estrutura das dificuldades de entendimento dos aspectos físicos da leitura para que deles possamos fazer um paralelo e talvez, compreendermos um pouco melhor, às dificuldades de entendimento dos aspectos físicos do sistema bi-projetivo de Monge. Talvez, deste modo, temos alguns parâmetros para podermos entender um pouco melhor os motivos de tantas dificuldades no entendimento e compreensão desta linguagem visual de comunicação. Para entendê-la melhor vamos para uma definição de leitura: “A leitura consiste no conjunto total de inter-relações que o indivíduo estabelece com uma informação simbólica”(Buzan, 1996, p.46) – as letras a, b, c e etc. O sistema bi-projetivo de Monge consiste no conjunto total de inter-relações que o aprendiz estabelece com uma informação simbólica – a reta, o plano em várias direções e o ponto. O componente visual da aprendizagem, consistindo nos sete passos seguintes:

- Reconhecimento. O reconhecimento que o aprendiz tem dos símbolos do alfabeto dentro do sistema bi-projetivo de Monge que são: a reta, em várias orientações; o plano, em várias orientações e o ponto. Posteriormente, dos mecanismos de determinação de verdadeira grandeza. Este passo, que é a representação gráfica através destes símbolos, tem lugar, imediatamente, após os conhecimentos prévios sobre o comportamento do sistema visual humano.
- Assimilação. Além do processo físico mediante a qual a luz é refletida da imagem destes elementos para o olho e transmitida através do nervo óptico para o cérebro, a assimilação só acontece se estes símbolos forem reconhecidos através de uma 'estrutura organizacional lógica de relações que dê sentido'.
- Intra- integração. É equivalente a compreensão básica dos três elementos: a reta, o plano em suas diversas orientações, a pertinência das direções de reta em seus respectivos planos, o ponto e os dois mecanismos de determinação de verdadeira grandeza – rebatimento e mudança de plano. Refere-se à associação de todos esses componentes da informação gráfica que está a representar com todos os outros componentes relevantes.
- A extra-integração. Engloba análise, crítica, seleção e rejeição. É um processo pelo qual o *designer* articula o conjunto de seus conhecimentos anteriores com a informação nova que está a representar, efetuando integrações e associações apropriadas. Quais direções de reta pertencem ou estão contidas ou podem ser trabalhadas conjuntamente com cada direção de plano e quais direções devem ser selecionadas para compor a descrição do objeto em uma determinada direção e quais devem ser rejeitadas ou descartadas.

- Retenção. O armazenamento básico da informação. O próprio armazenamento pode constituir um problema. A maioria dos alunos provavelmente terá tido a experiência de entrar numa sala para fazer exames e a não ser capaz de fazer mais do que, manter “armazenados”, grande parte de seus conhecimentos, durante uma hora e trinta minutos de duração do exame da prova ou do teste! O armazenamento, por si só não é suficiente, necessita do processo de relembrar.
- Relembrar. Consiste na capacidade de recuperar a informação armazenada quando necessário, de preferência sempre que necessário. Usar um método adequado para relembrar, de acordo com os procedimentos do funcionamento da memória. Processo de recapitulação em vários períodos, a cada aula; seguidos de recapitulações nas aulas seguintes, sempre relembrando os elementos básicos necessários ao processo de construção dos objetos. Apenas os aspectos relevantes como: quais os procedimentos utilizados na descobertas das várias direções de uma reta, quais direções de reta dão origem a uma direção de plano; e, que direções de reta originam uma direção de plano, conseqüentemente essas direções de reta pertencem a ele e dão suporte ao conteúdo subsequente, em direção a construção dos objetos em várias orientações, o que designamos como movimento.
- Comunicação. O uso que a informação se destina, imediatamente ou a prazo: inclui a uma subdivisão essencial: o pensamento, que são as imagens mentais, as imagens abstratas, as idéias a serem comunicadas e que dependem do desenvolvimento da criatividade.

Diante destes sete itens extraídos da leitura, adaptado neste modelo, ao sistema bi-projetivo de Monge, podemos compreender por que tantos aprendizes deste tipo de linguagem visual – qualquer sistemas de representação gráfica (seja

através da leitura da escrita e neste trabalho adaptado da leitura do desenho gráfico) experimentam tantos problemas de aprendizagem.

A resposta prende-se ao conhecimento limitado que possuímos sobre o cérebro e sobre o sistema visual humano, que é a base estrutural e organizacional para o desenvolvimento e organização da estrutura do conteúdo e que não pode ser isolada da nossa forma de visualização.

O que se pode constatar é que os métodos existentes na maioria dos livros limitam-se a cobrir apenas os estágios de reconhecimento. Tais métodos não tomam em consideração os problemas de assimilação (organização), intra-integração (associação de todos os elementos), extra-integração (análise, crítica, seleção e rejeição), retenção ou arquivamento (armazenamento), lembrar (recuperar a informação armazenada). Além destes aspectos, existem muitos outros problemas diretamente ligados ao processo de ensino-aprendizagem do sistema bi-projetivo como por exemplo: a quantidade, o tempo, os apontamentos, concentração, apreciação, motivação, interesse, aborrecimento, enquadramento, fadiga ou estilo de composição e tantos outros problemas que ficaríamos por muito tempo a enumerar. Além destes, existe um sério problema neste tipo de representação que é a não percepção do movimento das imagens projetadas em várias orientações – em movimento – quando de suas representações, através do sistema bi-projetivo. Sendo assim é natural que haja tantos problemas para processar este tipo de informação gráfica.

5.8.2 Movimento

Por exemplo: se o aluno não percebe que o olho se move (a rotação) à velocidade para acompanhar o movimento de uma direção de reta a partir de um referencial para a seguinte direção, próxima a anterior determinada, porque as metodologias existentes não possibilitam este tipo de procedimento, não há como o pensamento do aluno, descrever a trajetória no desenvolvimento do raciocínio. Os alunos não percebem a existência de um movimento que transforma uma direção de reta em

outra, porque a organização das informações existentes não possibilitam descrever tal trajetória. As representações, através de seus elementos básicos são organizadas de forma aleatória sem um estudo sobre as organizações do cérebro e os processos perceptivos que mostram na prática o funcionamento do sistema visual humano para um melhor registro e recuperação das informações.

Conclui-se desta forma que por mais que os alunos tentem perceber esse movimento não há como percebê-lo, pois não há sincronia de movimento, apenas direções desencontradas. Não existe um referencial que nos dê a idéia de localização. Segundo Pinker (1999) precisamos de um referencial que permaneça no lugar enquanto os nossos olhos ocupam-se do vaivém. Desta forma ficamos perdidos, sem um caminho, uma direcionamento que mostre um significado que dê sentido, ao que estamos tentando conhecer. Ao podermos acompanhar visualmente a rotação (o movimento) desta trajetória construímos mentalmente, além da origem da formação dos elementos básicos, o 'mapa mental' da construção deste conhecimento, que facilitará o processo de memorização através do raciocínio espacial e conseqüentemente o desenvolvimento da visão espacial. E finalmente a recuperação da informação será lembrada porque está arquivada através da trajetória descrita pelo mapa em nossa mente e pelo processo de lembrar de Tony Buzan (1996) adotado neste modelo, que procura através de seus ensinamentos uma metodologia para manter o nível da compreensão e a memorização, sempre elevados. Falaremos sobre isto mais à frente.

Tony Buzan (1996) nos revela que se os olhos se movem sobre a matéria de modo suave, não seriam capazes de ver nada, porque o olho só é capaz de ver as coisas claramente quando as conseguem 'manter quietas', paradas. Se determinado objeto está em repouso, o olho também tem de estar para ser capaz de ver. Se o objeto movimenta, o olho tem de acompanhar o seu movimento para vê-lo. Quando os objetos se movem, os olhos movem-se com eles, se desejarmos ver claramente.

Neste sentido, baseado, em tantas evidências relatadas pelos pesquisadores acima, propomos a este *redesign* além dos aspectos contextuais e organizacionais e metodológicos (seqüencial), a utilização da teoria da rotação mental, claramente demonstrada através do movimento. Esta teoria, baseada inteiramente no 'reconhecimento de visualização humana das formas' possibilita a percepção da 'mudança de direção' dos elementos básicos de construção dos objetos em movimento. E, posteriormente, dos objetos construídos através de sua representação gráfica. Pois, se mudamos de direção, há automaticamente um movimento. Por este motivo acrescentamos o 'movimento' ao contexto deste conteúdo, como mais um dos diferenciais entre outros que veremos no decorrer do processo de construção deste modelo.

Quando mencionamos e demonstramos aos alunos este processo, esta mudança de direção dos elementos básicos de construção, de forma organizada e estruturada com base nos conhecimentos visuais humanos, associadas à teoria da rotação mental, através de imagens bidimensionais, permitimos aos alunos a construção de um conhecimento que proporciona o desenvolvimento de uma nova estrutura lógica de raciocínio, baseada no acompanhamento visual da trajetória deste movimento. Possibilitamos a eles, o desenvolvimento do raciocínio espacial e conseqüentemente da visão espacial, na construção de qualquer forma de objeto em todas as direções possíveis, estruturados de forma significativa. Dondis (2000, p.47-48) no diz que "a estrutura visual de uma mensagem está fortemente ligada à seqüência de ver e absorver a informação. O olho procura uma informação simples para aquilo que estamos vendo, e, embora o processo de assimilação da informação possa ser longo e complexo, a simplicidade é o fim que se busca".

5.9 Reestruturação lógica – conteúdos relevantes

Para que o processo cognitivo das informações a respeito do sistema bi-projetivo se desencadeie e para que se desenvolva um conhecimento significativo no aluno,

é necessário uma reestruturação da lógica seqüencial, a partir das teorias citadas, apenas com os conteúdos mais relevantes. Isto se deve ao fato de que estas informações relevantes, possibilita a construção de uma estrutura de raciocínio lógico associativo e integrativo em direção à construção dos objetos sem desvios isolados. Pois, estes desvios isolados, impedem a percepção da trajetória do desenvolvimento do raciocínio espacial e conseqüentemente o desenvolvimento da visão espacial no qual o método bi-projetivo de Monge se propõe a oferecer, a quem dele fizer uso. O excesso de informações desnecessárias confunde a lógica do raciocínio e a retenção na memória, dificultando lembrar durante e após a aprendizagem. Portanto, o excesso de informações desconstruídas dificulta o processo de compreensão e de memorização, impedindo o desenvolvimento do raciocínio, impedindo a construção do mapa mental/conceitual – que é a elaboração do mapa cognitivo interno.

5.10 Como manter a capacidade de lembrar?

Segundo Buzan (1996, p. 70) “para manter a capacidade de lembrar a um nível razoável é necessário o ponto no qual a memória e a compreensão estão em maior harmonia”. A memória e a compreensão não funcionam da mesma maneira à medida que o tempo passa.

Todo o conteúdo pode ser compreendido, mas pouco dele pode ser lembrado se este material a ser aprendido, não estiver organizado dentro de uma estrutura lógica, que proporcione aprender de forma significativa, e com isto, possibilite, o retorno, a recuperação destas informações.

Buzan (1996, p.70) nos diz que “normalmente o ponto onde a compreensão e a memória estão em harmonia varia entre 20 a 50 minutos. Um período de tempo mais curto não proporciona ao cérebro tempo suficiente para apreciar o ritmo e organização do material resultando os períodos mais longos no declínio contínuo da capacidade de recordar”.

Teoria, processo, definição, construção, recuperação, aplicação e avaliação; estruturados de forma significativa, estarão lado a lado ao longo deste trabalho. Dondis (2000, p.2) nos diz que “desvinculados um do outro, esses aspectos não podem levar a um desenvolvimento de metodologias, que possibilitem um novo canal de comunicação, em última instância susceptível de expandir, como faz a escrita, os meios favoráveis a interação humana”.

5.11 A importância da linguagem no processo da pré-visualização

A linguagem é simplesmente um recurso de comunicação própria do homem, que evoluiu desde sua forma auditiva, pura e primitiva até a capacidade de ler e escrever. A mesma evolução deve ocorrer com todas as capacidades humanas envolvidas na pré-visualização, no planejamento, no desenho e na criação de objetos visuais. Desde a simples fabricação de ferramentas e dos ofícios até a criação de símbolos, e a criação de imagens, no passado uma prerrogativa do artista talentoso e instruído, mas hoje graças às incríveis possibilidades da câmera (fotografia), uma opção para qualquer pessoa interessada em aprender um número reduzido de regras mecânicas. Por si só, a redução de regras mecânicas não constitui uma boa expressão visual. Para controlar o assombro potencial da fotografia, se faz necessário uma sintaxe visual. O advento da câmera é comparável ao de um livro, que originalmente, beneficiou o alfabetismo. “Entre os séculos XIII e XVI, a ordenação das palavras substitui a inflexão das palavras como princípio da sintaxe gramatical. A mesma tendência se deu com a forma das palavras. Com o surgimento da imprensa, ambas as tendências passaram por um processo de aceleração, e houve um deslocamento dos meios auditivos para os meios visuais da sintaxe. Para que nos considerem verbalmente alfabetizados é preciso que aprendamos os componentes básicos da linguagem escrita: as letras, as palavras, a ortografia, a gramática e a sintaxe. Dominando a leitura e a escrita, o que se pode expressar com esses poucos elementos e princípios é realmente infinito. Uma vez senhor da técnica, qualquer indivíduo é capaz de produzir não

apenas uma variedade de soluções criativas para os problemas da comunicação verbal, mas também um estilo pessoal. A disciplina estrutural está na estrutura verbal básica. O alfabetismo significa que um grupo compartilha o significado atribuído a um corpo comum de informações” (DONDIS, 2000, p.3).

Para que nos considerem visualmente alfabetizados, na utilização de qualquer técnica de representação por imagem, é necessário que utilizemos uma linguagem adequada, ancorada em procedimentos compatíveis ao funcionamento do sistema visual humano, para então, ao representá-las, termos a certeza de que estamos visualizando o projeto da realidade do objeto. E ao ser construído de forma correta, possa transmitir segurança ao ser interpretado.

Porém, no que se refere ao sistema bi-projetivo de Monge através de projeções de imagens bidimensionais de objetos em movimento, isto é, em várias direções, em busca do desenvolvimento do raciocínio espacial e conseqüentemente a visão espacial, é necessário que aprendamos a conhecer a linguagem dos componentes básicos. Elementos estes, que servem como ferramentas básicas de construção utilizadas para comunicar idéias através da linguagem visual para qualquer outro sistema desenvolvido na área de projetos da construção civil, mecânica e arquitetônica, design de produtos, design gráfico ou a quem possa interessar. São elas: as várias direções de uma reta, as várias direções de um plano, a pertinência das direções de uma reta sobre as direções de um plano, isto é, quais direções de retas devem trabalhar com quais direções de planos, o ponto, interseções de retas, de planos e de reta com planos e os dois mecanismos de determinação da verdadeira grandeza: Rebatimento e Mudança de plano.

Baseados nas teorias sobre ‘o funcionamento do sistema visual’, das ‘percepções humanas’ e da ‘teoria da rotação mental segundo um referencial’, estes elementos básicos citados acima, necessários à construção dos objetos, serão projetados sobre os ‘planos vertical (primário) e vertical (secundário) de projeção’ é a representação do senso de equilíbrio inerente às percepções humanas em relação

a objetos. A falta de equilíbrio e regularidade é fator de desorientação, tanto para o emissor quanto para o receptor.

5.12 O constructo de equilíbrio vertical-horizontal e seus ajustamentos

Nas palavras de Dondis (2000, p.33) “o constructo vertical-horizontal constitui a relação básica do homem com o seu meio ambiente”. Este processo de estabilização impõe a todas as coisas vistas e planejadas, um “eixo vertical” ou também chamado “eixo sentido” com um referente horizontal secundário, os quais, determinam em conjunto os fatores que medem o equilíbrio.

Mas, além do equilíbrio puro e simples, existe o processo de ajustamento”, que dentro deste contexto, seriam todas as outras direções diferentes das direções horizontal e vertical, que são projetados sobre estes planos de referência ‘vertical e horizontal de projeção’. Reta, plano, em várias direções e o ponto, projetando imagens sobre os planos de referência. Cada uma destas direções tem um forte significado associativo e é um valioso instrumento para a criação de mensagens visuais em relação a construção de objetos em movimento, em várias direções ou orientações. Seu significado básico tem a ver não apenas com a relação entre o organismo humano e o seu meio ambiente, mas também com a estabilidade em todas as questões visuais. Segundo (Dondis, 2000) a necessidade de equilíbrio não é uma necessidade exclusiva do homem; dele também necessitam todas as coisas construídas e desenhadas.

Partindo desta base de equilíbrio, vertical-horizontal, dentro do contexto do sistema representativo bi-dimensional, são os planos de projeção vertical e horizontal, onde toda e qualquer imagem em qualquer direção será projetada. Por meio da rotação mental a partir de um referencial, podemos perceber a formação das novas direções da reta através do movimento. Este movimento possibilita o conhecimento das várias direções de uma reta, sempre, relacionadas entre si,

como uma imagem cinematográfica em movimento. Adotamos aqui um processo de ajustamento através da representação “da reta” o primeiro elemento básico que será projetado sobre esta base de equilíbrio, em várias direções. Este ajustamento ocorre através do movimento desse elemento básico – a reta – onde podemos descobrir a origem das novas orientações e as todas as outras possíveis direções – de onde elas partiram – e a relação entre todas as direções. Recorremos a reta para criar efeitos estruturais construtivos, mas sua intenção final é produzir uma sensação de realidade.

A seguir, fazemos o mesmo com o plano, determinamos todas as possíveis direções de plano e como eles surgiram a partir das direções de reta, e, a relação entre todas as direções de plano e que constitui o elemento plano.

A partir destas informações, organizadas dentro desta nova estrutura lógica de raciocínio, de encaminhamento para as novas direções, implicitamente saberemos que direções de reta pertencem a cada direção de plano, isto é, dependendo da direção do plano sobre o qual o objeto será construído. Existem apenas três direções de retas, da qual selecionaremos sempre uma, a que desejarmos, como sendo o elemento básico que trabalhará conjuntamente com a direção do plano, na construção de qualquer objeto, já que, a origem de cada direção de plano, surge de três direções diferentes de reta.

5.13 Exemplo de construção

Por exemplo, o plano na direção horizontal surge das três primeiras direções de reta: fronto-horizontal, horizontal e topo, demonstradas através da metodologia desenvolvida neste modelo por meio da teoria da rotação mental segundo um referencial. Conseqüentemente as três direções de reta pertencem a essa direção de plano. As três direções de reta podem trabalhar conjuntamente com o respectivo plano. Porém, se torna mentalmente e visualmente mais acessível, a escolha de apenas uma delas, a que tem menos traços, por exemplo, e, que

facilite, pela sua direção, na visualização e determinação dos dois mecanismos seguintes de determinação de verdadeira grandeza: o rebatimento e a mudança de plano. E esta direção de reta, por sua vez, será repetida o número de vezes, conforme o número de pontos constantes da base do objeto a ser construído pertencente ou coincidentes ao respectivo plano. Apenas uma destas três direções de reta, pode ser selecionada para fazer parte do processo de construção do futuro objeto.

Neste sentido o que se pode expressar com estes poucos elementos e princípios é realmente infinito. Uma vez senhor do método ou da técnica, qualquer indivíduo é capaz de produzir não apenas uma variedade de soluções criativas para os problemas da comunicação visual, relacionados à área de projetos técnicos, baseados no sistema bi-projetivo de Monge, mas também, principalmente, no desenvolvimento do raciocínio espacial e conseqüentemente o desenvolvimento da visão espacial, que esta técnica se propõe a desenvolver, capacitando-nos no desenvolvimento de nossas próprias habilidades visuais. Ao desenvolvermos estas habilidades através de uma reestruturação e uma organização interna da estrutura cognitiva a respeito deste conhecimento, nos transforma de um simples expectador ou observador para um executor, trabalhando na estrutura do processo de projetar através de imagens bidimensionais que é como o nosso sistema visual constrói e visualiza, tornando-nos autônomos de nossas próprias construções em todas as direções possíveis. Este é, portanto, o objetivo final deste trabalho.

Além destes aspectos mencionados, através de toda esta nova estrutura contextual, organizacional e metodológica, do qual o trabalho se propõe a realizar, este novo referencial teórico possibilitará com isto, a geração de um significado, um conceito, um estilo pessoal e uma generalização proporcionando a quem dele fazer uso, uma autonomia na resolução de qualquer problema ligados a essa estrutura de comunicação visual – projeção das imagens bidimensionais em todas as possíveis direções.

5.14 Fundamentação da estrutura do modelo

A estrutura do Modelo (*Redesign*) está fundamentada como já mencionamos, na estrutura visual básica humana, nos elementos técnicos básicos de construção definidos por este Método bi-projetivo de Monge, na teoria da rotação mental, nas teorias pedagógicas cognitivistas, no processo de revisão durante e após a aprendizagem e na construção de mapas mentais/conceituais por apontamentos. Neste sentido, o alfabetismo visual dentro dessa estrutura aqui apresentada de forma sucinta será desenvolvida a seguir no decorrer do desenvolvimento do contexto da técnica com toda a riqueza de detalhes, onde acreditamos ser possível chegarmos mais próximos de um alfabetismo visual e especificamente no entendimento deste processo construtivo tão importante à comunicação por meio de projetos gráficos, onde o sistema bi-projetivo atua. Este grupo de pessoas ou profissionais que atuam nesta área, necessitam, de um corpo comum de informações a respeito de um mesmo conhecimento, compartilhadas dentro de um mesmo significado. Compactuando com Dondis (2000, p.3) onde ele nos diz que “o alfabetismo significa que um grupo compartilha o significado atribuído a um corpo comum de informações”. E para que o grupo possa compartilhar do significado atribuído a um corpo comum de informações, deve estar estruturado sobre uma base comum a todos eles, que é como o nosso sistema visual reage e se comporta, diante do processo de visualização e construção gráfica através de imagens bi-dimensionais.

O alfabetismo visual deve operar, de alguma maneira, dentro desses limites – construir um sistema visual básico para a aprendizagem, a identificação, a criação e a compreensão de mensagens visuais que sejam acessíveis a todas as pessoas e, principalmente, àquelas que precisam deste conhecimento como: engenheiros, projetistas, designers, artistas, comunicadores gráficos visuais e todos os profissionais que atuam no ofício de interpretar e projetar qualquer tipo de imagem em 2 D e 1/2 e, especialmente, no entendimento do processo de construção da tridimensionalidade pelo cérebro.

Este novo modelo pretende demonstrar não um trilho, mas uma das trilhas que nos leva a vários caminhos durante o processo de transmissão e recepção das informações gráficas, que compõe o corpo comum do conhecimento gráfico, desenvolvido pelo sistema bi-projetivo de Monge, disciplina ministrada nos cursos de Engenharia, Arquitetura, Matemática da Universidade Federal de Santa Catarina, com a consciência e o desejo de identificar as áreas de significado compartilhado. Um novo modelo contextual, organizacional e metodológico capaz de instruir todas as pessoas, aperfeiçoando-as ao máximo em suas capacidades de receptores, interpretes e criadores de mensagens visuais, capazes de transformá-los em indivíduos alfabetizados.

5.15 Constituição técnica

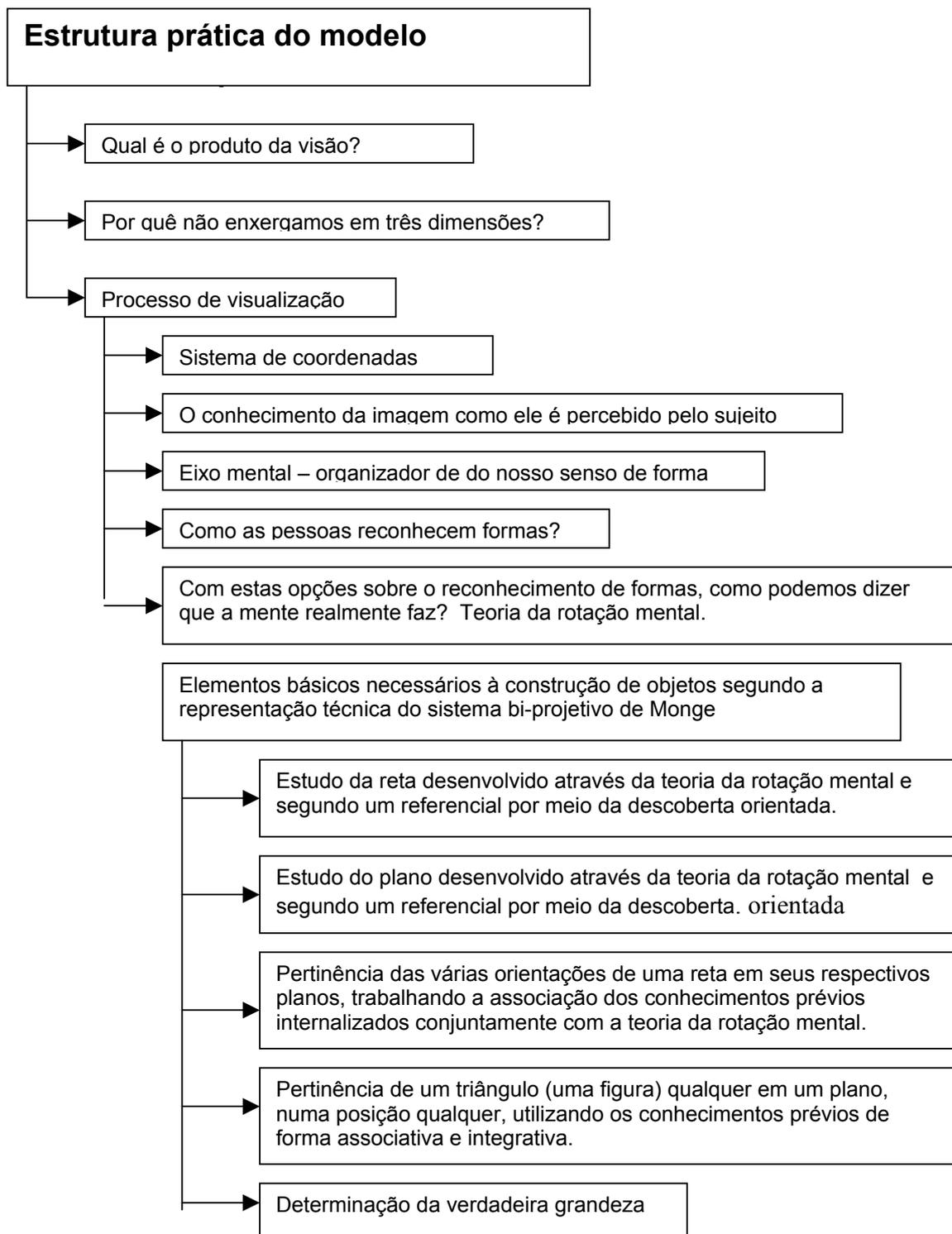
A técnica por sua vez, constitui-se primeiro de um corpo de dados (ou informações) que, como a linguagem escrita, podem ser usados para compor e compreender mensagens em diversos níveis de utilidade, desde o puramente funcional 'técnico' até os mais elevados domínios da expressão artística. É um corpo de dados constituídos de partes, um grupo de unidades determinadas por outras unidades, cujo significado, em conjunto, é uma função de significado das partes.

Como podemos definir as unidades e o conjunto? As unidades são definidas por meio de linhas mestras, pré-estabelecidas no desenvolvimento da técnica sobre o sistema bi-projetivo de Monge que são: a reta, em várias direções; o plano, em várias direções e o ponto. O conjunto seria a relação destes três elementos, mais os dois mecanismos de determinação da verdadeira grandeza – o rebatimento e a mudança de plano na construção de qualquer objeto, em todas as possíveis direções, como a denominamos neste modelo, 'em movimento'.

A disposição ordenada de forma adequada das partes – dos elementos básicos – baseados no funcionamento visual humano através da teoria da rotação mental segundo um referencial, facilita o processo de apreensão e utilização das informações visuais proposta por esta técnica. Não existem regras absolutas, o que existe é um alto grau de compreensão do que acontece em termos de significado, determinadas pela ordenação das partes que permite organizar e orquestrar os meios visuais, ocasionados por uma contextualização compatível ao sistema visual e uma estrutura lógica também compatível à forma humana de como proceder diante deste tipo de linguagem.

Muitos dos critérios para o entendimento do significado da configuração visual que está sendo utilizado no sistema de representação através da imagem, decorrem da investigação do processo da percepção visual.

Através de um trabalho conjunto das teorias da “rotação mental” de Cooper e Shepard, e comprovadas por Tarr e Pinker, em como as pessoas reconhecem formas, objetos em movimento – em várias direções – das teorias pedagógicas de Vigotsky, Ausubel e Bruner associadas ao processo de revisão de Buzan como recurso essencial na construção do mapa mental e conceitual por apontamentos, de Ausubel, Novak e Gowin, integradas ao ensino-aprendizagem do sistema bi-projetivo de Monge e redesenhadas com base inicial no sistema visual humano, podemos ver apenas a ponta de um *iceberg*, mas que nos dá, a forma exata do poder e a importância que o sentido visual exerce sobre a nossa vida. Porque na maioria das vezes, nós quase sempre o aceitamos, sem nos darmos conta de que ele pode ser aperfeiçoado: no processo básico de observação, na descrição através de sua construção, e, ampliado, até converter-se num incomparável instrumento universal de comunicação humana.



5.16 Estrutura prática do novo modelo

5.16.1 Visualizar requer experiência e aprendizado

É de fundamental importância, o estímulo e peso da experiência no processo de aprender a ver.

Para obtermos esta experiência, necessitamos, portanto, de um aprendizado, para que, nossos desempenhos cognitivos em relação ao sistema visual, possam ser explorados e desenvolvidos em função das capacidades inatas que todos temos.

“Uma das razões pela qual os nossos desempenhos cognitivos não correspondem sequer ao nosso potencial mínimo é que não nos é prestada nenhuma informação sobre aquilo que somos, ou sobre a forma como podemos otimizar a utilização das nossas capacidades inatas” (BUZAN, 1996, p.41).

Buzan (1996, p. 43) nos diz que “a razão pela qual os sistemas educacionais de todo o mundo atribuem tão pouco tempo ou quase nada, ao ensino do modo como aprendemos é a de que enquanto espécie não compreendemos ainda, os princípios fundamentais do funcionamento desse biocomputador”. E continua, utilizando a seguinte metáfora relativa aos computadores: “ainda não conhecemos nem o *software* nem o *hardware* do nosso cérebro”.

Diante deste quadro, para desenvolvermos a capacidade de aprender o processo de comunicação através da representação técnica visual gráfica sobre o sistema bi-projetivo de Monge, é fundamental conhecermos em primeiro lugar o sistema visual; como o instrumento olho percebe e como o cérebro constrói as imagens do objeto que está sendo visualizado, para posteriormente podermos compreender e entender como o mundo que nos rodeia é construído; seja por interpretação apenas ou na execução de um projeto gráfico.

5.16.2 Mas qual é o produto da visão?

Nós seres humanos, quando olhamos para um objeto, enxergamos (visualizamos) em duas ou três dimensões?

Diante desta pergunta poucos conseguem responder de forma correta – de que nós humanos enxergamos em duas dimensões – a maioria responde que, a nossa visão, a visão humana, é visualizada em três dimensões.

Diante deste fato, percebemos o quanto é importante trabalharmos os conhecimentos perceptivos humanos, antes de conhecermos a técnica representativa do sistema bi-projetivo de Monge que trabalha com duas imagens de um mesmo objeto em duas dimensões.

Como trabalhar com duas imagens bidimensionais se eles não sabem que àquelas imagens representadas pela técnica é a imagem visualizada por nós seres humanos. O porquê, de trabalharmos com duas imagens bidimensionais será explicado mais à frente, no desenvolvimento da técnica representativa propriamente dita.

Diante desta dificuldade, aparentemente pequena, em relação aos processos perceptivos visuais, mas bastante relevante quando se pretende desenvolver um alfabetismo visual que trabalha com uma técnica representativa com imagens bidimensionais, podemos constatar que a primeira deficiência está em não conhecermos o nosso sistema visual e o produto de nossa visão. Em não sabermos que tipo de imagem o nosso olho produz, e como o cérebro constrói estas imagens. Aspectos estes, básicos essenciais, ao processo de visualização. Desta forma, como desenvolver o alfabetismo visual através de uma técnica ou um método de representação que trabalha com imagens bidimensionais na construção da tridimensionalidade, se nós não sabemos, simplesmente, a representação da forma ou do modo como nós seres humanos visualizamos?

Como compreender estes procedimentos técnicos se não conhecemos o sistema visual humano responsável por este entendimento? Se não esclarecermos e trabalharmos estas deficiências, temos a nítida impressão de que a técnica foi criada por alguma pessoa aleatoriamente, e imposto aos alunos de fora para dentro, sem qualquer tipo de relação prévia com os aspectos fisiológicos, perceptivos, sinestésicos.

Através desta falta de conhecimento podemos constatar já de início um dos fatores que contribui para as grandes dificuldades dos nossos alunos em processar uma técnica de representação, que trabalha na construção de imagens bidimensionais, principalmente e particularmente em várias orientações.

A segunda deficiência, diz respeito à organização das informações no cérebro. A estrutura organizacional existente, abordada em sala de aula, não representa a organização da informação de acordo com o funcionamento do sistema visual humano e processamento da informação no cérebro. Elas precisam estar organizadas em ordem sequencial, para que possam perceber as mudanças de direções de um mesmo objeto através de seu movimento. Perceber que estas mudanças, são apenas visões em diferentes ângulos, mas que correspondem ao mesmo objeto. Baseados em pesquisas experimentais com seres humanos em laboratórios, Cooper, Shepard, Tarr e Pinker (1999) comprovaram que lidamos com imagens de objetos em movimento – no sentido de várias orientações – como se fossem imagens separadas porque quando mudamos a posição, uma nova imagem é representada.

O olho, ao produzir várias imagens bi-dimensionais (partes) precisa entrar em entendimento com o cérebro na construção da tridimensionalidade (fazer a relação entre estas partes), para que juntos, possam visualizar toda a imagem de um mesmo objeto.

Neste sentido, este novo *redesign* contextual, organizacional e metodológico para o ensino do método bi-projetivo que Monge, tenta sanar alguns destes problemas, na tentativa de facilitar o ensino-aprendizagem deste sistema, desvendando um pouco dos muitos mistérios que ele apresenta por falta de uma ancoragem e uma organização para este tipo de linguagem visual gráfica .

Partindo então, desta nova concepção, qual é então o produto da nossa visão?

David Marr constatou que o produto da visão humana é um esboço em 2D e meia – outros estudiosos designam como uma representação de superfície visível e outros apenas em 2D. A profundidade é rebaixada a meia dimensão porque não sabemos o meio o qual a informação visual é mantida (diferentemente das dimensões esquerda-direita e alto-baixo). É apenas uma informação mantida nesse meio (PINKER, 1999, p.227).

5.16.3 Por que não enxergamos em três dimensões?

Por que não há um modelo pronto em nosso cérebro? Os custos e benefícios do armazenamento fornecem partes da resposta. “Qualquer usuário de computador sabe que arquivos gráficos são consumidores vorazes de espaço de armazenamento. No lugar de aglomerar os gigabytes entrantes em um modelo composto que ficaria obsoleto assim que algo fosse movido, o cérebro deixa que o próprio mundo armazene informações que incidem fora de um relance de olhos”. Levantamos a cabeça, movemos os olhos e um novo esboço, atualizado é carregado, momento a momento. Ao contrário das outras duas dimensões, que se anuncia nos bastonetes e cones que no momento se encontram ativos, a profundidade tem que ser meticulosamente arrancada dos dados. Os peritos em estéreo, contorno, sombreado e movimento que trabalham na computação da profundidade, são equipados para despachar informações sobre distância, inclinação, obliquidade e oclusão em relação à pessoa que está vendo e não coordenadas tridimensionais do mundo. O melhor que eles podem fazer é reunir seus esforços para nos dar um conhecimento em 2 1/2D das superfícies diante de

nossos olhos. Cabe ao restante do cérebro descobrir como usá-lo (PINKER, 1999, p. 279).

5.16.4 Processo de visualização

“O olho contém tantas partes, arranjadas de modo tão preciso, que parece ter sido projetado de antemão com o objetivo de montar alguma coisa que enxergue”. (Pinker, 1998, p.169).

O sistema visual, por sua vez, “está equipado ‘por construção’ com instrumentos capazes de reconhecer uma borda visual e sua orientação, uma fenda, uma linha, um ângulo, um segmento; esses perceptos são como as unidades elementares de nossa percepção dos objetos e do espaço” (AUMONT, 1993, p. 29).

Chamamos de Campo Visual a todo espaço capaz de enviar estímulos à nossa retina quando mantemos a cabeça e o olhar fixos em um ponto determinado. Normalmente o campo visual estende-se horizontalmente por 70° a 80° e, verticalmente por 50° a 60° (FIALHO, 1997).

A percepção visual é o processamento, em etapas sucessivas, de uma informação que nos chega por intermédio da luz que entra em nossos olhos. Como toda informação, esta é *codificada*. Falar de codificação da informação visual significa, pois, que nosso sistema visual é capaz de localizar e interpretar certas regularidades nos fenômenos luminosos que atingem nossos olhos. Em essência essas regularidades referem -se a três características da luz: sua intensidade, seu comprimento de onda e sua distribuição no espaço (AUMONT, 1993, p.22).

Todo mundo sabe, mesmo de modo confuso, que o olho está equipado para ver a luminosidade e a cor dos objetos, poucos sabem que ele está também equipado para perceber os limites espaciais desses objetos, suas bordas (AUMONT. 1990, p. 27).

A noção de “borda visual” designa a fronteira entre duas superfícies de luminância diferente – qualquer que seja a causa dessa diferença de luminância – para um dado ponto de vista (há uma borda visual entre duas superfícies em que uma está atrás da outra, por exemplo; mas se o ponto de vista muda, a borda não estará no mesmo lugar).

O que é ver uma imagem, o que é percebê-la, e como essa percepção se caracteriza com relação aos fenômenos perceptivos em geral?

A percepção visual é uma atividade complexa que não se pode separar das grandes funções psíquicas, a inteligência, a cognição, a memória, o desejo. Assim, a investigação iniciada do exterior, ao seguir a luz que penetra no olho, leve logicamente a considerar o sujeito que olha a imagem – aquele que constrói a imagem, o que chamamos de expectador ou observador. É claro que esse observador jamais tem com as imagens, uma relação abstrata “pura”, separada de toda a realidade concreta. A percepção visual é, de todos os modos de relação entre o homem e o mundo que o cerca, um dos mais bem conhecidos.

5.16.5 O conhecimento do objeto tal como ele é percebido pelo ser humano

O sistema visual não existe para nos entreter com bonitos padrões e cores; ele é arquitetado para nos dar uma noção das verdadeiras formas e materiais encontrados no mundo.

“A visão evoluiu para converter esses problemas mal propostos em problemas solucionáveis acrescentando premissas: suposições sobre como, em média o mundo em que evoluímos é montado” (PINKER, 1999, p. 228).

Segundo David Marr (apud Pinker, 1999), a visão é um processo que produz a partir de uma imagem do mundo externo, uma descrição do que é útil para quem vê, e não um acréscimo de informações irrelevantes. Assim sendo, o objetivo da visão é uma descrição.

Podemos descrevê-la e arquivá-la na memória para referência futura. Segundo Pinker (1999, p. 289), “uma descrição da anatomia de um objeto ajuda a mente a pensar nos objetos e não apenas a proferir seus nomes. As pessoas entendem como os objetos funcionam e para que servem as formas e a disposição de suas partes”.

Existem boas evidências de que os seres humanos dividem objetos em suas partes e relações entre essas partes. Se as partes são codificadas separadamente, o sistema de representação da forma ignorará suas localizações no campo visual. Mas a posição relativa das partes é importante na determinação da forma (FIALHO, 1997).

- A visão não é um teatro em círculo. Nós vivenciamos somente experiências que estão diante dos nossos olhos, o mundo está além deste perímetro do campo visual e atrás da cabeça é conhecido de maneira vaga, quase um sentido intelectual. O cérebro não é uma câmera panorâmica. Estudos de laboratórios têm mostrado que quando as pessoas movimentam olhos ou cabeças, elas imediatamente perdem os detalhes gráficos do que elas estavam olhando.
- Nós não temos visão Raio-X. Nós vemos superfícies e não volumes. Se você me observar colocando um objeto dentro de uma caixa ou atrás de uma árvore, você saberá que ele está ali, mas não o vê e não pode descrever seus detalhes. Nós mortais, poderíamos ter sido equipados com uma memória fotográfica que atualiza um modelo tridimensional, acrescentando informações de visões anteriores, onde quer que elas se encaixem. Mas nós não fomos equipados assim. Em se tratando de detalhes visuais complexos, longe dos olhos, longe da mente.

- Não vemos imediatamente "objetos" os pedaços de matéria móveis que contamos, classificamos, rotulamos com nomes (como objetos). Até onde esta visão concerne, nem mesmo é claro o que um objeto é. Quando David Marr pensou em como projetar um sistema de visão computadorizado para encontrar objetos, ele foi forçado a perguntar: Uma boca é um objeto? Uma cabeça também é, mesmo se presa a um corpo? O que é um homem sobre um cavalo? Estas perguntas são difíceis de tentarmos formular uma resposta, tanto quanto os problemas filosóficos. Não existe verdadeiramente uma resposta para elas. Estas coisas podem ser um objeto se você quer pensar nelas deste modo, ou podem ser parte de um objeto maior" (PINKER, 1999, p. 275).
- Vemos imagens através da ilusão de ótica. O cérebro também cria ilusões numa tentativa de manter coerente a geometria. Ilusões não são meras curiosidades. Ao contrário, nós temos uma sensação quase palpável de superfícies e os limites entre eles. A mais famosa ilusão da psicologia vem do cérebro, que luta incansavelmente para esculpir o campo visual em superfícies e decidir qual está na frente do outro. Um exemplo é o vaso-face de Rubin, que alterna entre um vaso e um par de perfis face a face. As faces e o vaso não podem ser vistos ao mesmo tempo, até mesmo se a pessoa imagina dois homens que sustentam um vaso entre seus narizes, e a forma, seja qual for a que predomina, "possui " a borda como sua linha demarcatória, relegando o outro pedaço para um fundo amorfo, não definido.
- Vemos, também através da visão estéreo que é outra forma de visão provocada pela ilusão de ótica. Quando olhamos para um estereograma, cada fileira de objetos vagueia para dentro e para fora e pousa em sua própria profundidade. Segundo Pinker (1999), a visão estéreo é uma das glórias da natureza e um paradigma de como as outras partes da mente poderia funcionar. A visão estéreo é processamento de informação que

experimentamos com a qualidade especial da consciência, uma conexão entre computação mental e percepção que é estritamente rígida que os computadores podem manipular para encantar multidões. A visão estéreo não vem como brinde junto com os dois olhos, os circuitos têm que ser ligado ao cérebro. A pupila apresenta uma lente capaz de acumular os raios de luz emanados de um ponto qualquer no mundo e focalizá-los em um ponto da retina. O cérebro, fisicamente, ajusta os olhos para a profundidade, de duas maneiras: quanto mais perto estiver o objeto, mais os raios têm que ser curvados para convergirem para um ponto ao invés de convergirem para um disco nublado, e maior têm que ser a lente do olho. Músculos dentro do globo ocular têm que engrossar a lente para focalizar objetos próximos e achatar-se para focalizar objetos distantes. (Pinker, 1999). Alguns dos estereogramas, nos livros, do tipo olho mágico mostram fileiras de figuras repetidas: árvores, nuvens, montanhas, pessoas. Quando visualizamos o estereograma cada fileira de objetos flutua para dentro ou para fora ou pousa na sua própria profundidade. A figura acomoda sete barcos colocados bem próximos, e apenas cinco arcos. Quando olhamos a figura, os barcos parecem estar mais próximos do que os arcos, pois suas linhas de visão desencontradas encontram -se num plano mais próximo (PINKER, 1999).

- Vemos também através da visão ciclópica – que é o olho da mente. Como combinamos as diferentes imagens de cada um dos olhos em uma única?
- Além da visão ciclópica vemos, ainda, em perspectiva. Linhas paralelas que convergem para o horizonte. Por exemplo, quando você está entre os trilhos do trem, eles parecem convergir em direção ao horizonte. Claro que você sabe que eles realmente não fazem a conversão; se fizessem, o trem descarrilaria. Mas é impossível não os ver convergindo, embora o cérebro tenha informações suficientes de que, na realidade, essa profundidade é uma percepção ilusória.

- Em um senso geométrico rígido nós vemos em duas, não em três dimensões. Um ponto não pode ser dividido, então, tem dimensão zero. Uma linha tem uma dimensão, porque pode ser cortada em um ponto. Um plano tem duas dimensões, porque pode ser cortado por uma linha, entretanto não por um ponto. Uma esfera tem três, porque nada menos que uma lâmina bidimensional pode dividi-la. O que sobre o campo visual pode ser dividido por uma linha? Por exemplo, o horizonte divide o campo visual em dois”. Quando nós estamos na frente de um cabo esticado, tudo o que nós vemos está de um lado ou de outro. O perímetro de uma mesa redonda, também divide o campo visual: todo ponto ou está dentro ou fora disto. Por este critério, o campo visual é bidimensional; isto não significa que o campo visual é plano. Superfícies bidimensionais podem ser curvadas na terceira dimensão, como um molde de borracha (PINKER, 1999, p. 275).

Nós percebemos involuntariamente estímulos exteriores, superfícies que surgem em nossas retinas, impulsionadas por informações. Ao contrário da convicção popular, nós não vemos o que nós esperamos ver.

Então, qual é o produto da visão? Como já mencionamos acima, Marr denominou-o um esboço de 2 e $\frac{1}{2}$ D; outros estudiosos designam como uma representação de superfície visível. A profundidade é singularmente rebaixada a meia dimensão porque não define o meio o qual a informação visual é mantida (diferentemente das dimensões esquerda-direita e alto-baixo). É apenas uma informação mantida nesse meio. (PINKER, 1999, p. 277).

É claramente observado que não o encontramos em formas prontas. O diagrama é uma combinação dos tipos de informação do esboço 2 e $\frac{1}{2}$ D. “O cérebro presume o uso de agrupamentos de neurônios em atividade para segurar a informação, e eles podem ser distribuídos por diferentes trechos do córtex, como

uma coleção de mapas que são acessados do registro, no cadastro” (PINKER, 1999, p. 278).

5.16.6 Sistema de coordenadas

O esboço 2 e $\frac{1}{2}$ D é a obra-prima da engenhosidade projetada, e harmoniosamente operado no sistema visual. A Informação no arranjo em 2 e $\frac{1}{2}$ D são especificadas segundo um referencial retiniano, um sistema de coordenada, centrado no observador. Uma célula em particular diz: há uma extremidade, uma borda aqui, esse “aqui” significa a posição daquela célula da retina que fornece a informação: à frente de onde você está olhando. Isso seria perfeito se você fosse uma árvore olhando para outra árvore, mas assim que algo mover seus olhos, sua cabeça, seu corpo, um objeto perspicaz, a informação muda, reformulando uma nova ordem. Qualquer parte do cérebro que esteja sendo guiada através de informação no arranjo julgaria que sua informação agora está extinta; as duas visões apenas sobreporiam. Lembre-se dos trilhos do trem convergindo (PINKER, 1999).

Estes problemas fazem um modelo de escala na cabeça, mas isso não é o que a visão fornece. A chave para usar informações visuais não é “remodelá-las”, mas acessá-las adequadamente, e isso requer um referencial, ou sistema de coordenadas, que seja útil. O referencial é indissociável a idéia de localização. Precisamos de um referencial que permaneça no lugar enquanto os olhos ocupam-se do vaivém. O computador possui um dispositivo vagamente semelhante, ‘o cursor’. Os comandos que lêem e escreverem informações fazem em relação a um ponto específico, especial que pode ser posicionado à vontade na tela, e quando o material na tela é rolado, o cursor move-se junto, grudado em seu pedaço de texto ou gráfico. Para o cérebro usar o conteúdo em 2 $\frac{1}{2}$ D, precisa empregar um mecanismo semelhante; de fato, vários deles (PINKER, 1999).

O referencial mais simples que se move pelo esboço 2 e $\frac{1}{2}$ D é o que fica atrelado à cabeça. Graças às leis de óticas, quando os olhos movem-se à direita, a imagem desloca-se rápido para a esquerda. Mas suponha que o comando neural para os músculos dos oculares seja sintonizado com o campo visual e que ele seja usado para deslocar o retículo nas mesmas medidas, na direção oposta. O retículo ficará no objeto, e o mesmo acontecerá com qualquer processo mental que passe informações pelo retículo. O processo pode continuar como se nada tivesse acontecido, embora os conteúdos do campo visual tenha deslizado para outros lugares. Eis uma demonstração da sintonização. Mova seus olhos, o mundo permanece parado. Agora, feche um olho e desloque o outro com o dedo; o mundo pula. Em ambos os casos, os olhos movem-se, e em ambos os casos movem-se a imagem retiniana, mas só quando o olho é movido por um dedo você vê o movimento. Quando você move seus olhos decidindo olhar para algum lugar, o comando para os músculos oculares é copiado para um mecanismo que move o referencial junto com as imagens que deslizam, para cancelar sua sensação subjetiva de movimento. Mas quando você move seu olho com seu dedo, desvia-se do deslocador do referencial, este não é deslocado e você interpreta a imagem como vindo de um mundo em movimento (PINKER, 1999).

O psicologista especialista em percepção J. J. Gibson (apud Pinker, 1999) afirmou que nós realmente temos este senso da escala do mundo real sobreposto à projeção da retiniana, e podemos mentalmente ativá-la e desativá-la. Estando entre os trilhos do trem, podemos assumir um estado na mente no qual vemos os trilhos convergirem, ou outro no qual os vemos paralelas. “Estas duas atitudes, as quais Gibson chamou de “o campo visual” e “o mundo visual”, provêm de acessar a mesma informação segundo o referencial retiniano, ou conforme o referencial alinhado com o mundo” (PINKER, 1999, p. 280).

Mais um referencial invisível é a direção da gravidade. Segundo Pinker (1999) o senso de equilíbrio mental vem do sistema vestibular do interior do ouvido, um labirinto de câmaras que incluem três canais semicirculares orientados por

ângulos retos um para o outro. Se alguém duvida que a seleção natural usa princípios da engenharia redescobertos pelos humanos, que veja os eixos de coordenadas cartesianas XYZ esculpidos nos ossos do crânio! Enquanto a cabeça balança para frente e para trás, para um lado e para o outro e gira, o fluido nos canais balança e engatilha sinais neurais que registram o movimento. Uma massa granulosa que pressionada por outras membranas registra o movimento linear em direção da gravidade. Estes sinais podem ser usados para fazer a rotação dos retículos mentais para que eles estejam sempre apontando corretamente para “cima”. É por isso que o mundo não parece se inclinar, embora a cabeça das pessoas esteja raramente alinhada perpendicularmente. Os próprios olhos giram no sentido horário e anti-horário na cabeça, mas apenas o suficiente para compensar pequenas inclinações da cabeça. Suficientemente estranho, nosso cérebro não compensa tanto assim a gravidade. Se a compensação fosse perfeita, o mundo pareceria normal quando você se deita de lado ou mesmo quando está de cabeça para baixo. É claro, ele não compensa. É difícil assistir televisão deitado de lado a não ser que você apóie a sua cabeça na sua mão, e é impossível ler a não ser que você segure o livro de lado. Talvez por sermos criaturas terrestres, usamos os sinais da gravidade mais para manter nosso corpo em posição vertical do que para compensar inputs (entradas) visuais fora de ordem quando o corpo não está aprumado.

A coordenação do quadro da retina com o quadro do ouvido interno afeta nossas vidas, de uma maneira surpreendente: ela causa o mal-estar da viagem. Ordinariamente, quando você se move, dois sinais trabalham em sincronia: as precipitações de textura e cor no campo visual, e as mensagens sobre a gravidade e inércia sentidas pelo interior do ouvido. Mas se você se move dentro de um compartimento como um carro ou um barco, o interior do ouvido diz “Você está se movendo”, mas as paredes e o chão dizem “Você está parado”. O mal-estar da viagem é engatilhado por esta diferença, e os tratamentos padrão têm que eliminar isso: não ler; olhar pela janela; olhar para o horizonte.

Muitos astronautas têm enjôos espaciais crônicos, porque não há nenhum sinal gravitacional, uma discrepância extrema entre gravidade e a visão. Pior, os interiores das naves espaciais não dão aos astronautas um referencial alinhado com o mundo, pois os projetistas calculam que sem a gravidade conceitos “chão”, “teto” e “paredes” não têm sentido, e sendo assim eles podem instalar instrumentos em todas as seis superfícies. Os astronautas, infelizmente, carregam seus cérebros terrestres com eles e literalmente se perdem a não ser que digam a si mesmos, “Eu vou fingir que aquele exterior é “para cima”, aquele exterior é “para frente”, e assim por diante. Isso funciona por um tempo, mas se eles olharem pela janela e verem terra firme acima deles, ou verem um colega de equipe flutuando sobre ele o mal estar retorna. “O mundo é experimentar dificuldades técnicas. Não ajuste sua mente.”A gravidade, é claro, é a característica mais estável e previsível do mundo. Se duas partes do cérebro têm opiniões diferentes sobre ela, as chances são de que ou um ou ambos estão *malfuncionando* ou que os sinais que eles estão recebendo foram atrasados ou deturpados” (PINKER, 1999, p. 283).

5.16. 7 Eixo mental – organizador do nosso senso de forma

O eixo mental “para cima” e “para baixo” é também um organizador poderoso do nosso senso de forma e molde. O psicologista Irvin Rock encontrou muitos outros exemplos, incluindo este bastante simples sobre o quadrado e o losango.

Pessoas vêem os desenhos como duas formas diferentes, um quadrado e um losango. Mas segundo a geometria trata-se da mesma forma nos dois casos. São peças que se encaixam na mesma cavidade; cada ângulo e cada linha são iguais. A única diferença é como eles estão alinhados de acordo com o referencial de “em cima” e “embaixo” do observador, e essa diferença é suficiente para obter designações diferentes no idioma. Um quadrado é plano, achatado em cima, no topo, e um losango é pontudo no topo; é até difícil perceber que o losango é feito de ângulos retos. E no caso ainda estarem céptico sobre todos estes quadros de referência sem cor, sem odor e sem sabor alegadamente sobrepondo o campo

visual, demonstraremos a maravilhosamente simples do psicologista Fred Atteneve. Eles mudam de uma posição para outra. Eles não se movem, eles não invertem a profundidade, mas alguma coisa muda. As pessoas descrevem a mudança como “para qual lado eles apontam”. O que está saltando em volta da página não são os próprios triângulos, mas um referencial mental que se sobrepõe aos triângulos. O referencial não provém da retina, da cabeça, do corpo, do quarto, da página, ou da gravidade, mas de um eixo de simetria dos triângulos. Os triângulos têm três desses eixos, e eles ficam trocando a dominância. Cada eixo tem o equivalente de um pólo norte e sul, os quais concedem o sentimento de que os triângulos estão apontando. Os triângulos trocam em massa como que em um refrão; o cérebro prefere que seus referenciais abranjam vizinhanças inteiras de formas. A capacidade dos objetos de atrair referenciais ajuda a solucionar um dos grandes problemas ligados à visão, o próximo problema que encontramos quando prosseguimos em nossa ascensão da retina ao pensamento abstrato.

5.16.8 Como as pessoas reconhecem as formas?

Um adulto médio sabe os nomes de mais ou menos dez mil objetos, a maioria delas distinguidas pela forma. Quando reconhecemos a forma de um objeto, estamos agindo como autênticos geômetras, examinando a distribuição da matéria no espaço e descobrindo o correspondente mais próximo na memória. O geômetra mental tem que ser, verdadeiramente preciso, pois uma criança de três anos pode olhar para biscoitos com forma de animais e dizer rapidamente os nomes da fauna exótica das suas silhuetas (PINKER, 1999).

Quando um objeto ou o observador se move, os contornos no esboço 2 ½-D mudam. Se a lembrança que temos da forma – digamos, por exemplo de uma mala – era uma cópia do esboço em 2 ½-D quando vimos pela primeira vez, a versão após movermos, não corresponderá mais a anterior. Nossa lembrança da mala será de uma lâmina retangular e uma alça uma posição horizontal por exemplo, mas se a alça que agora vemos não está mais na horizontal. Nós ficaríamos perplexos, sem saber o que é aquele objeto.

Mas suponhamos que ao invés de usar um referencial retiniano, nosso arquivo de memória usasse um referencial alinhado com o próprio objeto. Nossa lembrança seria “uma lâmina retangular com uma alça paralela à borda da lâmina, na parte superior da lâmina, no topo do bloco”. A parte “da lâmina (bloco)” significa que lembramos as posições das partes relativas ao próprio objeto, sem relação com o campo visual. Então, quando vemos um objeto não identificado é porque nosso sistema visual automaticamente alinharia um referencial tridimensional sobre ele. Agora quando fazemos a correspondência entre o que vemos e o que recordamos, ambos coincidem, independentemente como a mala está orientada; então reconhecemos nossa bagagem (PINKER, 1999).

Foi assim, resumidamente que Marr explicou o reconhecimento de formas. A idéia chave é que, as lembranças de uma forma não é uma cópia do esboço 2 ½-D, é armazenada em um formato que difere desse esboço de dois modos. Primeiro, o sistema coordenado é centralizado no objeto – e não, como no esboço em 2 ½-D, no observador. Para reconhecer um objeto, o cérebro alinha um referencial sobre seus eixos de extensão e simetria e mede as posições e ângulos das partes neste referencial. Só então se faz a correspondência entre visão e lembrança. A segunda diferença é que quem faz a correspondência não compara visão e lembrança pixel por pixel, como se encaixasse uma pessinha de quebra-cabeça em um pedaço vazio. Se fizesse isso, as formas que teriam de encontrar correspondente ainda assim poderia não encontrar. Objetos reais apresentam afundamentos, oscilações e aparecem em diferentes estilos e modelos. Não há duas malas com dimensões idênticas; algumas têm cantos arredondados, outras possuem cantos vivos, algumas possuem alças grossas, outras têm alças finas. Portanto, a representação da forma a ser identificada não deveria ser um molde exato de cada saliência e depressão, é preciso dar margem a uma certa imprecisão; embora as alças de xícaras distintas sejam sempre nas laterais, podem ser um pouco mais altas ou mais baixas conforme a xícara (PINKER, 1999).

5.16.9 Com estas opções sobre o reconhecimento de formas, como podemos dizer o que a mente realmente faz?

A única maneira foi estudar seres humanos reais, reconhecendo formas no laboratório. Um famoso conjunto de experimentos apontou a “rotação mental” como uma chave fundamental. Os psicólogos Lynn Cooper e Roger Shepard mostraram às pessoas letras do alfabeto em diferentes orientações - na vertical, inclinadas de 45 graus, inclinadas de 135 graus e de cabeça para baixo. Cooper e Shepard não pediram que as pessoas recitassem as letras, temendo atalhos. Assim forçaram seus sujeitos a analisar a geometria total de cada letra mostrando quer a letra ou sua imagem especular (refletida no espelho), e os sujeitos teriam que botar se a letra estivesse normal e o outro se estivesse invertida (PINKER, 1999, p. 293).

Quando Cooper e Shepard mediram o tempo que as pessoas usavam para pressionar o botão, observaram uma clara evidência de “rotação mental”. Quanto mais desorientada estivesse a letra em relação à posição correta, vertical, mais tempo as pessoas demoravam. É exatamente o que se esperaria se as pessoas girassem gradualmente uma imagem da letra para a posição vertical; quanto mais é necessário girar a letra, mais tempo leva a rotação. Então talvez as pessoas reconheçam as formas girando-as mentalmente. Mas talvez não. As pessoas não estavam apenas reconhecendo formas; elas as estavam discriminando de suas imagens especulares. As imagens especulares são especiais. A relação entre uma forma e sua imagem especular causa surpresas, até paradoxos, em vários ramos da ciência – isto é explorado em livros fascinantes escritos por Martin Gardner e por Michael Corballis e Ivan Beale (PINKER, 1999).

Buscou-se então suporte teórico baseado em experimentos efetuados pelos psicólogos Cooper e Shepard, confirmados posteriormente pelos psicólogos Tarr e Pinker de que o cérebro gira formas, objetos em torno de um eixo, um referencial,

e que a rotação mental é um dos truques por trás da nossa capacidade de reconhecer objetos (Pinker, 1999, p.302). As pessoas giram formas em suas mentes. Quando uma forma aparece em uma de suas orientações habituais, as pessoas identificam com bastante rapidez e quando aparece em orientações ou direções novas e desconhecidas, inclinadas, por exemplo, precisam ser giradas para alinhar-se com a visão conhecida mais próxima, e mais tempo as pessoas demoram, para reconhecê-la (Pinker, 1999). Quando a forma é pouco conhecida, não familiar, as pessoas giram mentalmente até que a forma se encaixe na forma familiar mais próxima. Os experimentos dos psicólogos Lynn Cooper e Roger Shepard apontaram a “rotação mental” como sendo a chave fundamental no reconhecimento de formas. Após o texto onde fala sobre a teoria da rotação mental.

À luz deste novo referencial, após esta ancoragem, sobre o sistema visual e as formas de reconhecimento humanas, a representar a técnica propriamente dita a partir de seus elementos básicos necessários a construção de objetos em varias orientações, em movimento, que funcionam como ferramentas de construção dos objetos. Estes objetos são representadas sobre os planos de projeção – vertical (primário) e horizontal (secundário) –, onde é projetada a imagem do objeto a ser construído; pela reta (em várias orientações, que auxilia na determinação dos pontos do objeto, apoiados nos planos); pelos planos (também em várias orientações, que determinam a posição dos objetos que queremos construir) desenvolvidos pelo sistema bi-projetivo de Monge. E ainda, procurando manter o nível de compreensão e memorização sempre elevados em harmonia.

Através do entendimento das teorias relatadas neste modelo, e das teorias existentes a respeito, espera-se que o conteúdo desenvolvido no programa e utilizado como instrumentos de representação, passe a ser um procedimento natural, semelhante, compatível ao funcionamento do nosso “hardware” cerebral, deixando de ser algo desconhecido, confuso, inatingível, não relacionado, sem origem, sem função e sem significado.

5.17 Elementos básicos necessários à construção de objetos

5.17.1 Representação da reta desenvolvido através da Teoria da Rotação Mental e segundo um referencial por meio da descoberta orientada

Todos nós sabemos o que é uma reta e que ela é formada a partir no mínimo de dois, ou uma seqüência de pontos em movimento em linha reta, que ela é infinita e que nós a limitamos, determinando um “segmento de reta” para podermos melhor trabalhar com ela e no dimensionamento de que necessitamos. Este segmento de reta pode estar representado em várias orientações em relação aos planos vertical (primário) e horizontal (secundário) de projeção que são os planos referenciais, já mencionados anteriormente, de onde nós, observadores, estaremos posicionados para esta observação, das imagens projetadas, paralelas ao plano vertical (em pé, de frente para o objeto) e depois paralelos ao plano horizontal (de helicóptero, de cima para baixo). Mas, em quantas posições, direções ou orientações um segmento de reta pode estar em relação aos planos de referência horizontal e vertical de projeção, onde serão projetadas as imagens deste elemento? Para determiná-las buscamos uma primeira direção de reta como referência para facilitar a busca de todas as outras direções. Esta direção de reta referencial determinada por este modelo, através de uma estrutura lógica de raciocínio, nos dá condições suficientes para localizar a partir desta, as outras possíveis direções com toda segurança de encontrá-las.

Segundo Pinker (1999), nos diz que nosso cérebro identifica as várias orientações de um objeto através da rotação deste objeto segundo a um referencial, que é a posição vertical. Dondis (2000, p. 37) nos diz que “por mais que os elementos se façam sentir, o olho busca o “eixo sentido” em qualquer fato visual, num processo interminável de estabelecimento do equilíbrio relativo”. É o equilíbrio através da referência.

Neste modelo de estudo, determinam-se as várias posições de um segmento de reta através da teoria da rotação mental por meio de uma estrutura lógica de raciocínio, descoberta orientada segundo a um referencial, não na posição vertical, mas na posição fronto-horizontal. O referencial foi mudado para simplificar ainda mais o processo, porque a reta fronto-horizontal, sendo paralela aos dois planos de projeção ela está em verdadeira grandeza. Neste sentido tem posições iguais em relação aos dois planos de projeção, com imagens projetadas também em verdadeira grandeza, paralelas a linha de terra. Além disso, por ele estar nesta direção, ela não intersecta nenhum dos dois planos de projeção – de imagem; neste sentido, não tem traço vertical, nem horizontal.

A partir da direção referencial (fronto-horizontal) e mantendo-a paralela ao plano horizontal de projeção ou de imagem, giramos, através da teoria da rotação mental, num ângulo qualquer e depois 90 graus em relação ao plano vertical de projeção – de imagem, determinando neste simples procedimento, obedecendo a esse referencial determinado no modelo, definimos, no giro, a reta horizontal que tem apenas traço vertical e, na perpendicular ou no ângulo de 90 graus, a reta de topo que também só tem traço vertical, porque ambas são paralelas ao plano horizontal de projeção – de imagem. Demonstradas no espaço e em épura, a descrição de cada representação, em todas as suas características, por meio de um modelo animado. Com a determinação destas três primeiras direções de reta, observamos o movimento ocorrido de forma associativa, integrada se dá através de uma imagem mental da trajetória, de onde partimos e aonde chegamos, transformando-se as várias informações, na memorização de uma única imagem. Buzan (1996, p69) nos diz que “recordamo-nos mais quando as coisas estão associadas, ou relacionadas, e mais quando as coisas são extraordinárias ou únicas”. Com este procedimento, os alunos percebem que existem vários ângulos de reta horizontal, mas será sempre uma horizontal porque tem sempre a mesma característica, paralela ao plano horizontal de projeção (de imagem) e inclinada ao plano vertical de projeção (de imagem); se o ângulo é 30, 40 ou 65 graus, não importa, o que importa é que a característica não muda.

Sem determinar as direções de planos e pertinência de reta em seus respectivos planos, se eu perguntar aos alunos que direção de plano estas três primeiras direções de reta definem e quais as direções de reta pertencem a este plano, eles respondem imediatamente: Plano horizontal e as três direções de reta que acabamos de determinar. E, este plano definido por estas três direções de reta é o primeiro referencial na determinação das direções de plano. Estas informações, trabalhadas encadeadas, de forma integrativa e associativa, desencadeiam automaticamente a formação de outras informações subseqüentes e o processo ensino-aprendizagem flui normalmente sem entraves e dúvidas. Desencadeia-se também, através destes primeiros passos o desenvolvimento da trajetória do raciocínio espacial e conseqüentemente a visão espacial, que é o principal objetivo desta disciplina, através da construção de um mapa mental interno, proporcionando uma reestruturação cognitiva. Há, pois, segundo Ausubel (Moreira & Masini, 2000) um processo de interação pelo qual os conceitos mais relevantes e inclusivos (mais gerais) interagem com o novo material, funcionando como ancoradouro, isto é, abrangendo e integrando o material novo e, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem. Esta facilidade por parte dos alunos, no armazenamento destas informações, se deve também, porque a estrutura lógica, apresentada neste modelo, interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva através dos organizadores prévios que são os materiais introdutórios apresentados aos alunos antes do próprio material aprendido por eles. Sendo por eles assimilados, contribui para sua diferenciação, elaboração e estabilidade. Por sua vez, estes materiais organizadores introdutórios funcionam como facilitadores de aprendizagem, como pontes cognitivas entre o que o aluno já sabe e o que ele precisa saber, antes de aprender a técnica apresentada; no caso a técnica desenvolvida no sistema bi-projetivo de Monge. Ou seja, neste processo a nova informação interage com a estrutura de conhecimento específica, ao qual Ausubel (Moreira & Masini, 2001) define como conceitos subsunçores, existentes na estrutura cognitiva do aluno.

Continuando, voltamos novamente ao nosso referencial que é a reta fronto-horizontal. Deixamos agora o segmento de reta paralelo ao plano vertical e giramos num ângulo e depois 90 graus, como fizemos anteriormente em relação ao plano horizontal, e determinamos, no ângulo a reta frontal, que tem apenas traço horizontal e na perpendicular, 90 graus, a reta vertical, que também tem apenas traço horizontal, porque ambas são paralelas ao plano vertical de projeção – de imagem. Com este procedimento, os alunos percebem que existem vários ângulos também de reta na direção frontal, mas será sempre uma frontal porque tem sempre a mesma característica, paralela ao plano vertical e inclinada ao plano horizontal; se o ângulo é 30, 40 ou 65 graus, não importa, do mesmo modo, mas a característica não muda.

A determinação destas duas direções é muito simples e eles já precedem os dois novos direcionamentos, porque elas seguem uma mesma estrutura de raciocínio das determinações anteriores. A percepção da mudança de direção é tão óbvia que os alunos nem se dão ao trabalho de perguntar alguma coisa. Apenas, eles complementam que, estas três direções de reta determinam um plano paralelo ao plano vertical de projeção, que eles chamam a princípio de vertical, que na verdade não deixam de ter razão, mas que dentro da linguagem estabelecida pelo método de Monge dizemos que está numa direção frontal. Esta direção frontal do plano é a determinação do segundo referencial na determinação das várias direções de um plano. A rotação das direções de reta dá origem a formação da direção de plano. Segundo Pinker (1999) “a rotação mental claramente é um dos truques por trás da nossa capacidade de reconhecer objetos”; neste caso as várias direções de uma reta, um dos elementos necessários à construção de objetos em várias orientações – em movimento.

Esta facilidade no processamento destas informações quanto ao reconhecimento das possíveis direções de uma reta, por parte dos alunos, se dá, devido à organização do material a ser aprendido estarem ancorados em conhecimentos prévios sobre o nosso sistema visual e sobre teorias perceptivas de como nós

seres humanos nos comportamos no reconhecimento de formas e/ou objetos em movimento – através da teoria da rotação mental de Cooper e Shepard, comprovadas por Tarr e Pinker de que para reconhecermos um objeto em novas orientações, fazemos uma rotação em tempo real, em busca das novas direções (Pinker, 1999). E para que todo este conhecimento possa ser aprendido de forma significativa, Ausubel (Moreira & Masini, 2001) vê o armazenamento da informação no cérebro como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual no qual os elementos mais específicos do conhecimento estão ligados e assimilados a conceitos mais gerais, mais inclusivos. Estrutura cognitiva significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos que são abstrações da experiência do aluno.

Para assegurarmos de que realmente aprendemos as cinco primeiras direções de uma reta, passamos ao processo de relembrar durante a aprendizagem, recapitulando as direções até então vistas, porque segundo Buzan (1996, p.62-63) “se estima que a maior parte da aprendizagem normal não resulta em 100% de compreensão ou capacidade de relembrar”. O processo de relembrar funciona muito bem quando ainda o processo de dificuldade permanece bastante estável: a determinação das várias direções de reta, não são muito difíceis de serem compreendidas e memorizadas, porque foram bem ancoradas, com o material introdutório, facilitando também o processo de visualização que permanece muito claro, devido também, às informações serem recentes – relembradas durante a após a aprendizagem.

Até agora sem muito esforço, mas dentro de uma estrutura de muita organização, e de muita preocupação em trabalhar de acordo com o nosso próprio modo de visualização com teorias que nos dão claramente um suporte para o desenvolvimento da técnica neste modelo seguimos e busca das direções faltantes.

Até agora nós determinamos, por meio da descoberta orientada, cinco posições diferentes de um segmento de reta, sem esforço algum, apenas obedecendo a um referencial e a uma estrutura organizada de raciocínio, através das teorias já mencionadas. Faltam, porém, as direções ou posições oblíquas em relação aos dois planos de projeção: oblíquas ou inclinadas com projeções (imagens) horizontal e vertical também inclinadas, chamada qualquer; oblíquas ou inclinadas com projeções (imagens) perpendiculares, chamada perfil.

Para determiná-las partimos novamente da reta referencial fronto-horizontal e fazemos agora um giro num ângulo qualquer novamente, porém na direção inclinada em relação ao plano horizontal de projeção (de imagem) determinando a direção qualquer, que traço vertical e horizontal. Podemos encontrar vários ângulos de uma reta na direção qualquer. Continuando, a mesma direção, completando o ângulo de 90° temos a reta na direção de perfil que também tem traço vertical e horizontal, porque ambas são inclinadas a ambos os planos de projeção – de imagem.

E, por último, a reta qualquer e perfil podem também ser reversas, porque possuem posições contrárias às demonstradas anteriormente. Também serão esclarecidos todos os detalhes e dúvidas que ocorrerem durante o processo de descoberta orientada (traços de reta e diedros que elas podem atravessar, dependendo da posição, da direção). As várias orientações de um segmento de reta possuem um papel muito importantes no processo de construção, porém precisam trabalhar associadas aos planos para que elas tenham significado (sentido) pois as retas, na prática, significam as vigas que sustentam os planos, que são as paredes, tetos que precisam estar sempre juntos para que haja sentido.

Quando percebemos de forma claramente e consciente a transformação de uma direção de reta para outra direção e compreendemos a estrutura lógica empregada para tal determinação, baseada no sistema perceptivo humano de

como nós seres humanos reconhecemos formas em movimento, em várias orientações desvendamos sozinhos, internamente o mistério da compreensão e representação das possíveis direções existentes.

Após o término da representação de todas as possíveis direções de uma reta, como um dos elementos básicos principais na construção de objetos, fazemos uma segunda pausa na representação dos conteúdos básicos e passamos novamente ao processo de relembrar.

Começamos desde a primeira direção de reta até a última para verificarmos o nível de compreensão por parte dos alunos. Buzan (1996, p. 68) nos diz “que em testes experimentados por ele, mostram muito claramente que a memória e a compreensão não funcionam da mesma maneira à medida que o tempo passa”. Todas as direções de reta foram compreendidas, mas algumas, por alguns alunos podem não ter sido relembradas. Buzan (1996) nos diz ainda que a explicação é de que a capacidade de relembrar tende a piorar à medida que o tempo passa, a menos que o cérebro possa descansar durante breves períodos de tempo.

Em circunstâncias normais, e, com um nível de compreensão razoavelmente constante, tendemos a relembrar, mais das partes inicial e final dos períodos de aprendizagem; mais, dos elementos que estão associados por repetição, significado; ritmo, etc.; mais das coisas extraordinariamente únicas. O psicólogo que descobriu esta característica foi Von Restorff, designando-se tal fenômeno de memória por efeito de Von Restorff; e menos coisas, das partes intermediárias dos períodos de aprendizagem (BUZAN, 1996, p. 69).

Para manter a capacidade de relembrar a um nível razoável é necessário encontrar o ponto no qual a memória e a compreensão estão em maior harmonia. Normalmente este ponto varia entre 20 a 50 minutos. Um período de tempo mais curto não proporciona ao cérebro tempo suficiente para apreciar o ritmo e organização do material, resultando os períodos mais longos, no declínio contínuo

da capacidade de recordar. Desta forma, relembrar, nestes curtos períodos de tempo a curva de memorização pode se manter elevada evitando-se a sua queda durante as fases finais de aprendizagem (BUZAN, 1996, p.70).

Neste sentido o processo de relembrar durante a aprendizagem é feito em períodos, a cada término de uma explicação chave, onde relembramos as partes já conhecidas do processo de desenvolvimento do conteúdo, e no final da aula, onde integramos apenas as informações relevantes e necessárias a continuidade da estrutura de raciocínio. Desta, forma, a memória, e, a compreensão se mantém, permanentemente em harmonia, e, num nível elevado durante todo o processo de aprendizagem, do início ao final da aula.

Se os processos de revisão forem organizados adequadamente, é possível manter a capacidade de relembrar no ponto elevado que se alcança; pouco tempo depois de terminadas as experiências de aprendizagem. Para alcançar este objetivo é necessário recorrer a um padrão organizado de revisão, no qual cada revisão é feita exatamente antes de verificar a queda da capacidade de relembrar. Por exemplo, após o período de aprendizagem de uma hora, deve ser feita uma revisão em torno de 10 minutos, devendo durar também 10 minutos. Esta estratégia manterá elevada a capacidade de relembrar durante aproximadamente um dia, momento em que se deverá verificar a segunda revisão de 2 a 4 minutos. Depois deste período a capacidade de relembrar será mantida durante aproximadamente uma semana sendo conveniente proceder à outra revisão de 2 minutos, após este período de tempo, seguida de uma última revisão, decorridos cerca de um mês. Depois deste período de tempo, o conhecimento está alojado na “memória de longo prazo”. Isto significa que este conhecimento particular será tão familiar como o é um número de telefone pessoal, necessitando de uma ativação mínima para ser mantido.

A cada aula, os alunos fazem apontamentos sobre a representação gráfica e sobre os procedimentos utilizados para se chegar a esta representação: todas as direções possíveis de uma reta numa organização estrutural onde se percebe o

movimento utilizado para a rotação das mesmas em busca das novas direções. Esta ferramenta é utilizada para que o professor possa acompanhar o processo de compreensão e memorização do aluno. Além disso, verificar se a metodologia empregada na transferência das informações está sendo recebida pelos alunos. É uma revisão bastante apurada dos apontamentos feitos, o que pode significar descartar e substituir apontamentos originais por versão final revista. Tantos os apontamentos como as correções ou acréscimos considerados necessários são executados em termos de mapas mentais, porém descritos, já que em termos de organogramas, eles acham bastante difícil de trabalhar, por falta de prática e pouco tempo para o desenvolvimento de todas as atividades num período tão curto de tempo.

No início da segunda aula da semana, com um intervalo praticamente de dois dias, antes de dar seqüência ao assunto, se faz novamente uma revisão, por alguns minutos, para que os alunos possam lembrar após um período de aprendizagem, ocorrido na aula anterior e revisar seus apontamentos descritos, para dar continuidade ao estudo das possíveis direções de um plano e as direções pertencentes a eles. Para pertencê-las ao plano é necessário que as direções da reta e direção do plano estejam na mesma direção ou orientação.

5.17.2 Representação do plano desenvolvido através da Teoria da Rotação Mental e segundo um referencial por meio da descoberta orientada

Para sabermos que orientações um plano pode ocupar em relação aos planos de projeção, adotamos um procedimento semelhante ao de descoberta orientada adotado na determinação das posições dos segmentos de reta, através da rotação mental segundo um referencial.

O nosso referencial agora é o plano horizontal, do qual já foi definido, na aula anterior, quando determinamos as três primeiras direções de uma reta. Lembram? Fronto-horizontal, horizontal e topo. Este plano por ser paralelo ao plano horizontal de projeção e perpendicular ao plano vertical de projeção contém todas as

direções de reta, também paralelas ao plano horizontal de projeção, não nos preocupando se as direções em relação ao plano vertical de projeção são: paralelas, oblíquas ou perpendiculares, porque uma é paralela (fronto-horizontal), a outra é inclinada (frontal) e a outra perpendicular (topo). A partir do plano horizontal, ao mantermos perpendicular ao plano vertical de projeção e inclinarmos em relação ao plano horizontal de projeção, determinamos no ângulo, vários planos de topo com ângulos diferentes, e, no ângulo de 90° , perpendicular aos dois planos, o plano de perfil.

Neste caso o conhecimento das várias direções de uma reta assumem agora o papel de organizadores que devem mobilizar todos os conceitos válidos da estrutura cognitiva, potencialmente relevantes para desempenhar a função de subsunçor com o material novo que é o estudo das direções de um plano. Este recurso permite segundo (Moreira & Masini, 2001), economia e esforço na aprendizagem, evita o isolamento de conceitos similares e desencoraja a proliferação de esquemas múltiplos e confusos para representar idéias essencialmente equivalentes; aumentando por outro lado a discriminabilidade em favor das diferenças genuínas.

A progressiva viabilidade do estabelecimento de idéias relevantes na estrutura cognitiva para aprendizagem é que serve de fundamento para o arranjo seqüencial das tarefas. Isso requer conhecimento: do nível de funções cognitivas, do nível de conhecimento da área a ser ministrada, do nível de análise de seqüência lógica da tarefa e hierarquia do conteúdo a ser aprendido, considerando uma ordenação que possibilite a diferenciação integrativa (MOREIRA & MASINI, 2001).

O segundo referencial para a determinação de direções de plano é o plano na direção frontal que surgiu das três segundas direções de reta paralelas ao plano vertical de projeção: fronto-horizontal, frontal e vertical. Conseqüentemente estas três direções de reta pertencem ao plano na direção frontal.

Mantendo o plano perpendicular ao plano horizontal de projeção (imagem) e fazendo um giro em relação ao plano vertical de projeção (imagem) determinamos, no ângulo, o plano vertical e, na perpendicular o plano de perfil novamente.

Até aqui encontramos 5 direções de plano, faltando os planos inclinados. Para determina-los inclina-se o plano referencial horizontal, deixando fixa a parte que está encostada no plano vertical de projeção (parede) e encosta-se o outro lado do plano no plano horizontal de projeção (chão). O plano fica inclinado aos dois planos de projeção, vertical e horizontal, com seus traços paralelos à linha de terra, chamado de rampa ou paralelo à linha de terra; em seguida inclina-se o plano de rampa aos dois planos de projeção, porém com seus traços inclinados em relação à linha de terra, determina-se o plano qualquer.

Por último ainda, os planos de rampa pode ter inclinação numa posição contrária, em relação aos planos de projeção. Até esse momento, a dificuldade maior que nós vamos ter é de associar a posição de cada reta e de cada plano descoberto a um nome.

O processo de revisão durante e após cada etapa de aprendizagem é constante, e sempre, de forma integrada, associada aos elementos anteriores e entre si para manter sempre o equilíbrio entre a compreensão e a memória. Buzan (1996) reforça que quanto mais fizermos para a manutenção do seu corpo de conhecimento, mais informações os alunos serão capazes de absorver.

Este procedimento de descoberta através da rotação de 90° , faz o aluno refletir na ação e pensar sobre o procedimento. Controlar o que está fazendo, faz o aluno raciocinar sobre a metodologia utilizada no processo de determinação das retas, dos planos e das retas pertencentes aos planos. Ele começa a trabalhar o conteúdo percebendo na prática, o processo de raciocínio e, assim, aprende

através da representação das retas o ato de raciocinar. Ele começa a conhecer, percebendo a trajetória do raciocínio e, conseqüentemente, processa uma informação através de um procedimento claro, real e concreto, não tão abstrato quanto parecia no começo do processo. Como afirmou Edward Titchener (apud Pinker, 1999) um dos principais psicólogos experimentais americanos, não existem formas abstratas apenas pensamentos abstratos e quando se transformam em procedimentos, são muito concretos. E por mais abstrata que seja, podemos representar qualquer idéia. Ao internalizar as posições das retas e dos planos, começamos a interrelacioná-los de forma associativa, trabalhando com os dois elementos juntos: as retas e os planos, onde um depende do outro para determinar quais orientações de segmento de retas pertencem a cada plano ou ajustam-se a ele, ficando completamente presas, coladas ao plano, para que as mesmas possam trabalhar com cada um dos planos na construção de objetos. As direções de reta pertencentes ao plano horizontal e frontal já determinadas, anteriormente, nos darão orientações para as outras direções pertencentes às direções de planos existentes. O processo de determinação dos elementos básicos de construção é todo amarrado, interligado um elemento ao outro, para que haja sempre um ponto de ancoragem entre o que foi aprendido e o que precisa ser aprendido.

5.17.3 Pertinência das várias orientações de uma reta em seus respectivos planos, trabalhando a associação dos conhecimentos prévios internalizados conjuntamente com a teoria da rotação mental

Antes de acrescentar um novo material à estrutura existente, é feito uma revisão de alguns minutos, de todo o material desenvolvido pelo método ou técnica, até o momento, para manter a compreensão e a memória num mesmo nível de equilíbrio já que é, um dos aspectos mais significativos de uma revisão bem executada. Segundo Buzan (1996) é o efeito acumulativo que ela exerce em todos os aspectos de aprendizagem, pensamento e memória. Uma pessoa que não

proceda a revisões encontra-se numa situação de grande desvantagem, despendendo inutilmente o seu esforço em qualquer tarefa de aprendizagem.

Sempre que se aborda uma situação nova de aprendizagem, nossa capacidade de relembrar o conhecimento previamente adquirido estará a um nível muito baixo, não se verificando as associações, que de outra forma, através da revisão bem executada, se fariam automaticamente. Não é, simplesmente, apenas, uma revisão desordenada, mas uma revisão que obedeça a uma estrutura, montada através de uma seqüência lógica fundamentada na nossa própria forma de visualização humana.

Neste sentido, ao darmos continuidade ao processo de determinação de quais direções de reta pertencem a cada direção de plano; inicialmente ao revisarmos o primeiro segmento de reta estudado, a reta fronto-horizontal ou paralela à linha de terra, e ao deslocarmos, em relação as três primeiras direções determinamos o primeiro plano, chamado plano horizontal, conseqüentemente estas três direções de reta pertencem a este plano na direção horizontal. A seguir, para reforçar ainda mais o processo de compreensão e memória e para mantê-los sempre num nível bastante elevado, deixamos o plano na direção horizontal, fixo, e giramos a reta fronto-horizontal, primeiramente num ângulo qualquer, determinando a reta horizontal e, depois, no ângulo de 90° , determinando a reta de topo; e depois, novamente, partindo do topo, horizontal e fronto-horizontal, atingindo a reconciliação integrativa.

Novak, apud Morreira & Masini (2001) argumenta que para atingir a reconciliação integrativa de forma mais eficaz, deve organizar-se o ensino “subindo e descendo” nas escalas de conceituais hierárquicas, à medida que a informação é apresentada. Começa-se com conceitos mais gerais, mas é preciso, logo em seguida, verificar de que modo os conceitos subordinados estão a eles relacionados, e voltar através de exemplos, a novos significados para os conceitos de ordem mais alta na hierarquia.

No caso do modelo em questão, a reta sozinha tem um significado. As várias direções, que ela pode ocupar no espaço, tem um outro e a representação gráfica segundo os planos de referencia vertical (primário) e um horizontal (secundário) tem outra conotação visual. Quando três destas direções formam um plano numa determinada direção, no caso o plano horizontal construído a partir destas três direções iniciais, há um entendimento lógico, claro e praticamente automático de que as três direções determinam um plano numa única direção e conseqüentemente estas três direções pertencem a este plano. Portanto a reta que tinha um significado, um conceito inicial, vai mudando a medida que novos elementos são integrados a ela, ocorrendo uma diferenciação conceitual progressiva e uma reconciliação integrativa, criando os mapas conceituais mentais na identificação dos conceitos.

Se a estrutura informativa do sistema bi-projetivo de Monge não for organizada de forma hierárquica, os conceitos a respeito deste conteúdo, não se formam, porque os mapas mentais formados, pelos alunos, em sua própria estrutura cognitiva, não conseguem identificar os conceitos e nem procuram refletir a organização conceitual de uma disciplina, quando os alunos entendem em nível de compreensão e memória a ligação existente entre todos os seus elementos que representam a estrutura básica de construção do objeto. Ou seja, a existência dessa estrutura interna, só é possível, quando é derivada da própria estrutura da disciplina. Se não há por parte dos alunos uma compreensão da estrutura da disciplina como reconhece-la internamente. Morreira & Masini (2001) nos diz, “como poderia o homem situar-se no mundo se não organizasse sua experiência?”.

Dando prosseguimento, demostramos que quando o plano na direção horizontal com as três retas pertencentes a ele: fronto-horizontal, horizontal e topo pertencente, muda de orientação, direção, para topo, por exemplo, o plano se mantém perpendicular ao plano vertical de projeção, porém faz um giro num

ângulo qualquer em relação ao plano horizontal de projeção, também trabalhado anteriormente quando da determinação dos planos, as retas presas a este plano acompanham o mesmo giro, adquirindo também novas direções. 'O importante é verificar se durante a exposição do material os alunos percebem claramente que é o mesmo plano e as mesmas três direções de reta, numa nova direção'. Ao adquirirem novas direções, tanto das retas quanto dos planos, percebemos que a reta na direção fronto-horizontal pertencente ao plano horizontal, passa a ter uma nova direção frontal, pertencente ao plano na direção de topo; a reta horizontal pertencente ao plano horizontal, passa a ter uma nova direção qualquer pertencente ao plano de topo; e a reta na direção de topo, continua na direção de topo, pertencente ao plano na direção de topo, porque ele é perpendicular ao plano vertical de projeção. Neste sentido, a reta de topo, o plano horizontal e o de topo, por serem também perpendiculares, obedecem a uma mesma direção. O processo de determinação continua sempre o mesmo, obedecendo à teoria da rotação mental, num giro de 90° proposto pela metodologia empregada neste modelo, é semelhante ao processo de determinação das várias direções de reta e do plano, o que difere é o referencial. Sintetizando, para melhor entendimento: a reta fronto-horizontal é o referencial inicial na representação das direções de uma reta; as três primeiras direções de reta, surgidas a partir deste referencial, determina um plano na direção horizontal, que passa a ser o referencial para a determinação das várias direções de um plano. Houve uma inclinação do plano e, portanto, a inclinação das retas pertencentes a ele. Isso ocorre com todas as demais posições já descobertas.

Estes planos podem, ser intersectado dois a dois, determinando como elemento comum, a reta de intersecção pertencente sempre aos dois planos. Da mesma forma, a reta pode intersectar ao plano, determinando um ponto. E as retas podem intersectar-se entre si formando também um ponto.

Intimamente ligada a ao processo de assimilação de conceito e formação de conceitos, está a linguagem que ocupa um papel facilitador na aquisição de

conceitos. Desta forma podemos, a grosso modo, segundo (Moreira & Masini, 2001) salientar três pontos dessa relação entre linguagem e aquisição de conceitos:

- A linguagem, devido a contribuição representacional de símbolos e de aspectos refinados de verbalização, no processo de conceitualização influencia e reflete o nível de funcionamento cognitivo;
- O próprio processo de assimilação de conceitos pela definição e contexto seria inconcebível sem a linguagem;
- A linguagem ajuda a assegurar uma certa uniformidade cultural no conteúdo genérico dos conceitos, facilitando assim, a comunicação cognitiva interpessoal.

Desta pequena experiência – com algumas informações preliminares, sobre os primeiros elementos de construção, como os segmentos de reta, o plano e os segmentos de retas pertencentes a cada orientação de plano adquirem novas posições, e, portanto, refletem novas imagens sobre os planos de projeção – começamos a perceber e entender como o conteúdo é formado, demonstrando o seu significado. Ele não surge do nada como uma criação distante de nós. Esse conteúdo é algo concreto e real desde que os procedimentos metodológicos e o contexto formado através da organização dentro de uma linguagem nos leve a compreender e a memorizar os conteúdos propostos pelo sistema bi-projetivo de Monge, acelerando a princípio da assimilação e posteriormente e de forma gradativa através do mapa mental descrito pelos alunos, da formação de conceitos redesenhando a estrutura cognitiva interna.

Segundo Moreira & Masini (2001) uma vez adquiridos os conceitos servem a muitos propósitos da função cognitiva. Desde um nível mais simples de utilização, até o envolvimento deles em categorizações perceptuais das próximas experiências sensoriais.

Estes conceitos são utilizados na aquisição de novos conceitos; na categorização perceptual da experiência; na solução de problemas; na percepção de novos significados dos conceitos e proposições previamente aprendidas.

Conceitos adquiridos são utilizados na solução de uma série de problemas, dos mais simples aos mais complexos.

5.17.4 Pertinência de um triângulo (uma figura) qualquer em um plano, numa posição qualquer, utilizando os conhecimentos prévios de forma associativa

Quando queremos determinar a pertinência não mais de uma direção de reta, mas de uma figura plana em uma direção de plano, que é a base do objeto a ser construído, sabemos previamente que essa figura, como aconteceu com a reta, precisa estar na mesma direção do plano e colada neste plano. Mas como comprovar essa pertinência trabalhando com imagens (projeções) num ângulo qualquer, com imagens projetadas sobre os planos de projeção? A resposta é muito simples, basta recorrermos a uma das retas pertencentes à direção de plano trabalhado, que nos auxilia na determinação exata das projeções da figura no plano; e mais buscar sempre aquela que auxilia de forma mais simples na representação. Se nós estamos trabalhando com o plano na direção qualquer, por exemplo, onde as imagens dos seus traços são, projetados, inclinados em relação à linha de terra; a posição mais simples de um segmento de reta pertencente a esse plano é o segmento de reta na direção horizontal ou frontal, porque, como elas possuem posições paralelas a um dos planos de projeção, as imagens (projeções) dos traços são representados de forma mais simplificada e mais clara. E mais, quando utilizarmos o mecanismo do rebatimento para a determinação da V.G (verdadeira grandeza – dimensionamento real), as imagens na V.G. permanecerão paralelas ao traço horizontal do plano. Se for utilizada a reta na direção horizontal, que projeta a imagem horizontal da reta, paralela a o traço horizontal do plano, após efetuado o rebatimento ela permanecerá paralela ao

traço horizontal do plano qualquer; se for utilizada a reta na direção frontal, o mesmo acontecerá, em relação ao traço vertical do plano qualquer.

A representação do ponto entra automaticamente no processo sem ter que pensar isoladamente sobre ele, deixando de criar infinitas confusões por falta de entendimento, por falta de ancoragem de conhecimento. Quando ele aparece dentro do contexto, ele está tão bem ancorado que não sofre nenhuma baixa no nível no nível de compreensão e memorização. Além do mais, os alunos percebem a ligação e a necessidade óbvia do elemento na representação do objeto.

Neste momento, os alunos começam a perceber na prática a necessidade da interação das retas, dos planos e da figura pertencente ao plano, e, de como seus elementos trabalham de forma associativa. Isso, portanto, representa os elementos básicos iniciais à construção do objeto – no caso um prisma reto apoiado um plano qualquer – que está sendo construído, que representa a construção mais simples de um objeto, ‘num plano mais complexo’, porque tem uma posição inclinada num ângulo qualquer em relação aos planos de projeção; e este é o ponto chave do modelo, que é o de demonstrar a simplificação do processo e ao mesmo tempo a amplitude, a abrangência, a generalização, que esse modelo pode proporcionar aos alunos quando de sua conclusão numa demonstração onde envolve todos os elementos de construção já dentro de um novo significado.

Para determinarmos a grandeza real da figura representada no modelo, é necessário conhecermos dois mecanismos, trabalhados no sistema bi-projetivo de Monge, que possibilitam a determinação da verdadeira grandeza, tanto da base que está apoiada, pertencente ao plano, quanto da altura do objeto a ser construído.

Independente das revisões imediatas é mantido sempre o programa de revisão continuada, estabelecido sempre com base no conhecimento que dispomos na memória, através de uma revisão interligando os elementos essenciais à construção. Segundo Buzan (1996) “proceder à revisão no ponto máximo de capacidade de memória e de integração, manterá um nível elevado durante um ou dois dias e assim por diante. O gráfico da página 147, fig.48. (1996) de Tony Buzan mostra como o processo de revisão pode modificar com enormes vantagens.

5.17.5 Determinação da verdadeira grandeza

Novamente nos primeiros minutos é feita uma revisão em torno de uns 5 minutos onde buscamos todas as informações desde o primeiro momento do desenvolvimento da técnica, quando da representação de seus elementos. Mantidas as capacidades de compreensão e memória, continuamos o processo de construção, trabalhando agora com os dois mecanismos de determinação de verdadeira grandeza: rebatimento e mudança de plano, necessários à determinação da verdadeira grandeza (VG) dessa figura – que nesta demonstração é a base do prisma a ser construído – após, comprovada sua pertinência.

5.17.6 Rebatimento através da Teoria da Rotação mental

O rebatimento é um procedimento que consiste em rebater ou rotacionar, o plano com a figura alí representada, sobre o plano horizontal de projeção (até o chão) ou sobre o plano vertical de projeção (até a parede). Quando utilizamos uma reta horizontal, é melhor rebatermos sobre o plano horizontal de projeção. E quando utilizamos uma reta frontal é melhor rebatermos sobre o plano vertical de projeção. Isso evita a repetição do mesmo procedimento na realização da mesma tarefa, o que deixaria muitos traços (linhas) desnecessários, provocando uma poluição visual. Esta praticidade se dá, devido a posição da reta em manter-se paralela, ao traço horizontal do plano qualquer, aqui representado, após efetuar o giro dos

traços da reta, na direção horizontal. Basta, portanto, a partir das imagens horizontais da figura, que é a base do sólido, traçar perpendiculares ao traço horizontal deste plano e no cruzamento determinar os pontos que determinarão a V.G. da base do objeto. Este procedimento é mais utilizado para determinar a verdadeira grandeza da base do objeto, pertencente ao plano. Para a determinação da altura, é mais prático, mais fácil e mais visível, utilizar o mecanismo da mudança de plano, que trabalharemos um pouco mais a frente quando da determinação da altura do objeto aqui representado.

Utilizamos o mesmo procedimento quantas vezes forem necessários, dependendo do número de pontos que tiver a figura que está sendo rebatida pertencente ao plano representado, que é a base do objeto que está sendo construído.

Novamente o processo de revisão durante e após o processo de aprendizagem está presente, para manter sempre elevado e equilibrado o nível entre a compreensão e a memória.

5.17.7 Mudança de plano através do deslocamento do observador

Antes de darmos prosseguimento ao segundo mecanismo de determinação de verdadeira grandeza, mais adequado à determinação da altura real do objeto em construção, a revisão novamente é efetuada do início ao final, destacando sempre, os elementos e os aspectos mais relevantes.

Nesta etapa do desenvolvimento da construção do objeto em questão, os alunos percebem do que necessitam para completar o objeto, sabem muitas vezes o que devem fazer, mas não conhecem a técnica, o modo de como representar graficamente a solução.

No procedimento chamado de mudança de plano, como o próprio nome também já o identifica, o observador primeiro observa, por exemplo, o plano qualquer e a figura na posição que eles se encontram, segundo a um referencial que é a linha

de terra, que determina a posição correta dos planos de projeção (vertical e horizontal) e, em seguida, desloca-se para observar este mesmo plano numa nova posição, por exemplo, de topo, segundo outro referencial previamente estabelecido para a resolução do problema, que é definido por uma nova linha de terra, traçada na direção correta, perpendicular ao traço horizontal do plano qualquer. Isso nos leva a enxergar este mesmo plano com todos os elementos contidos nele na posição desejada com alguns elementos em VG, no caso neste modelo a altura do objeto, e, conseqüentemente o novo plano de projeção, que nesta transformação exemplificada, é o plano vertical de projeção (uma nova parede é montada a sua frente).

Nesse exemplo, para determinar a verdadeira grandeza da altura do prisma, basta uma mudança de plano, de qualquer para topo. Mas para determinar a verdadeira grandeza da base, que é uma figura plana, por este procedimento, é preciso que se faça mais uma mudança, de topo para horizontal. Para este tipo de determinação de verdadeira grandeza é mais simples e fácil determinar por rebatimento. Os alunos também optam por esta preferência, porque cada um deles, percebe, uma maior rapidez através deste procedimento. Conhecem os vários caminhos, com liberdade para utilizar o caminho mais fácil e rápido. Este afinal é o procedimento que se deve utilizar para resolver qualquer tipo de problema, utilizar sempre um caminho eficiente, porém o mais rápido. Sem esses conhecimentos, específicos anteriores, a respeito de cada elemento básico necessário a construção e de como determiná-los através da representação gráfica através do sistema bi-projetivo de Monge, não seria possível darmos prosseguimento à construção deste ou de qualquer outro objetos.

5.17.8 Construção final do objeto – prisma reto de base triangular apoiado em um plano qualquer

Dando seqüência ao processo de construção do prisma, projeta-se a figura plana, que é a base do prisma e a interseção do prisma com o plano qualquer, sobre o traço vertical do plano de topo; determina-se a altura do prisma a partir deste traço

vertical (utilizando-se o perpendicularismo), une-se cada ponto da base, determinando-se a base superior através das geratrizes, que é a união entre as bases (a que está apoiada no plano e a superior). Para completar, determina-se a projeção horizontal da base superior do sólido, traçando perpendiculares à linha de terra, primeiro em relação ao plano de topo, depois perpendiculares ao traço horizontal do plano de topo, que é, também, o traço horizontal do plano qualquer. A seguir, de posse da projeção horizontal da base superior do prisma, basta determinar a projeção vertical da mesma base, a partir de perpendiculares, agora em relação à linha de terra correspondente ao plano qualquer e perpendiculares ao traço vertical do plano qualquer. Para finalizar, basta unir as duas projeções das bases e determinar a visibilidade. Neste momento, eles constatarem através da visualização em duas dimensões que a terceira dimensão é construída no cérebro, porque é uma representação em duas dimensões, mas a visualização é tridimensional; desenvolvendo a visão espacial.

A construção deste sólido bastante simplificado, no caso do prisma, demonstra que todos os conteúdos mencionados até então – os elementos básicos de construção: reta, em várias direções, planos em várias direções, pertinência das direções da reta em seu respectivo plano e os dois mecanismos de determinação da verdadeira grandeza, rebatimento e mudança de plano – estão intimamente ligados e jamais seria possível tal construção sem a colaboração e o conhecimento de todos eles de forma associativa, gradual e integrada. Nem um, nem outro é mais ou menos importante; todos, porém, cumprem uma determinada função e fazem parte na construção do todo. Isso significa que, no processo de ensino-aprendizagem da representação de objetos, em várias direções em movimento, a totalidade das informações básica, está presente, de forma muito clara e evidente, interligadas numa proporção crescente de seus conceitos e é adquirida através do seu uso no contexto.

Somente, ao término da construção do objeto é que os conceitos se manifestam por meio de um significado categórico generalizado. Antes desta fase, ela é um

pouco particularizadora e intuitiva devido a dependência em apoios empírico concretos durante a aquisição de conceitos.

Entretanto é o momento em que o aluno pode significativamente relacionar a sua estrutura cognitiva os atributos criteriais de um novo conceito, relaciona-los à múltiplos exemplos particulares que o exemplificam, os alunos podem adquirir conceitos muito mais eficientemente. Pode ainda perceber, como se deve utilizar este método ou técnica e o valor que o método ou a técnica, tem na representação dos objetos através do seu significado.

Estes esquemas, trabalhados, dentro de uma seqüência lógica organizada de raciocínio, de forma associativa e ancorados em conhecimentos prévios sobre a estrutura maior que é o nosso sistema visual, de como nós nos comportamos quando dele necessitamos, criam novos esquemas de conhecimento possibilitando ao aluno perceber e sentir o funcionamento do seu próprio raciocínio. Ao percorrer o caminho e vivenciando a experiência no processo, faz-se a compreensão e memorização do processo, mantendo-os em harmonia, ocorrendo portando, a aprendizagem. Lembrando e refletindo sobre a trajetória percorrida, o aluno pode sentir de forma mais real, o que ocorreu em seu cérebro e que as áreas espaciais, foram trabalhadas. O cérebro integra o movimento dos elementos básicos à construção dos objetos: a reta em várias direções, o plano em várias direções e a pertinências; a relação entre seus elementos percebidos num universo coerente. Nossa estrutura cognitiva formada pela nova estrutura lógica desenvolvida neste modelo interpreta esse conteúdo informacional, demonstrando as funções diferenciadas, que opera na construção de qualquer objeto, não importante em qual direção o mesmo se encontra. Percebem ainda que, estes elementos básicos sozinhos representam muito pouco dentro do sistema representativo. E que juntos, conectados, sempre na mesma direção, porém cada um cumprindo a sua função, representam a construção do objeto. Compreendem que nenhum elemento poderá ocupar o lugar do outro; mas que um depende do outro para que o todo se complete.

Através dessa simples construção, desenvolvida por meio de uma metodologia baseada na associação e internalização dos conteúdos ministrados – a reconstrução interna de uma operação externa – o aluno dá sentido a informação assimilada, relacionando-as de forma significativa a conceitos já existentes na estrutura cognitiva (conhecimentos prévios), numa relação elementos básicos, reorganizando essa estrutura cognitiva, e tornando possível que tal informação adquira significado para ele.

Todo o conteúdo desenvolvido neste modelo representa para aluno um “mediador”, “uma base de conhecimento” ou um banco de dados, uma nova estrutura de conhecimento, que pode estar configurada a uma rede de esquemas de conhecimento, podendo ser utilizada em construções simples como em construções mais complexas. Para Zabala (1998), estes esquemas de conhecimento definem as representações que o aluno tem sobre este objeto de conhecimento. No decorrer desse processo, esses esquemas são revisados, tornando-se mais complexos, mais ricos em relações, adaptados à realidade. A natureza dos esquemas de conhecimento do aluno depende do nível de desenvolvimento dele e dos conhecimentos prévios que ele pode construir através do processo de comparação, através das semelhanças e das diferenças.

É lógico que durante o desenvolvimento do processo de construção surgem dúvidas e questionamentos que vão sendo esclarecidos no decorrer do processo. A aula se torna um debate de possibilidades; e, se os alunos não perguntam, o professor instiga com perguntas e, com isto, os alunos vão se acostumando a aventurar-se por outros caminhos com total liberdade e infinitas possibilidades de idéias, propondo novos problemas, sem se preocupar com o dimensionamento, apenas aprendendo no fazer, projetando qualquer objeto que suas imagens mentais podem lhe proporcionar em qualquer tamanho, forma ou ângulo. Todo esse processo foi realizado de forma conjunta – professor-aluno – porque ele necessita de um conhecimento básico, *feedstock*, para poder continuar o processo de exploração e construção do mundo dos objetos.

Um dos maiores objetivos deste trabalho é a utilização de recursos que facilite a passagem da estrutura conceitual da disciplina para a passagem cognitiva do aluno tornando o material significativo.

Este redesign da informação a respeito do sistema bi-projetivo de Monge, consiste em auxiliar o aluno a assimilar a estrutura da disciplina e a reorganizar a sua própria estrutura cognitiva, mediante a aquisição de novos significados que possam gerar conceitos e princípios.

Segundo Moreira & Masini (2001, p.41) a facilitação da aprendizagem significativa em sala de aula, isto é, a manipulação deliberada dos atributos relevantes da estrutura cognitiva para propósitos pedagógicos, é lavada a efeito de duas formas:

- *Substantivamente*, com propósitos organizacionais e integrativos, usando os conceitos e proposições, unificadores, de uma dada disciplina, que têm maior poder explanatório, inclusividade, generalidade e viabilidade no assunto. É importante selecionar as idéias básicas, para não sobrecarregar o aluno de informações desnecessárias, dificultando a aquisição de uma estrutura cognitiva adequada. A coordenação e integração do assunto em diferentes níveis também é importante.
- *Programativamente*, empregando princípios programáticos adequados a ordenação da seqüência do assunto partindo do estabelecimento de sua organização e lógica interna e, sucessivamente, planejando a montagem de exercícios práticos.

A partir do término de exploração e representação dos elementos básicos e como estão estruturados dentro de uma construção básica de um objeto, os exercícios práticos são planejados e propostos pelos próprios alunos. Cada um propõe o problema que achar conveniente e tenta resolver; e quando necessário, há a intervenção do professor. Caso contrário eles dão asas à imaginação e criam

generalizadas possibilidades, numa fase preparatória a execução do seu projeto final individual.

Para planejar a instrução consistentemente com a teoria de Ausubel, a primeira e usualmente difícil tarefa é a identificação dos conceitos básicos da matéria de ensino e de como eles estão estruturados. Uma vez resolvido esse problema, deve-se dar atenção a outros aspectos. Segundo as próprias palavras de Ausubel citado por (Moreira & Masini, 2001, p.42):

“Uma vez que o problema organizacional substantivo (identificação dos conceitos organizadores básicos de uma dada disciplina) é resolvido, a atenção pode ser dirigida aos problemas organizacionais programáticos envolvidos na apresentação e no arranjo seqüencial das unidades componentes. Aqui, hipotitiza-se, vários princípios relativos à programação eficiente do conteúdo são aplicáveis independentemente do campo da matéria de ensino”.

Os princípios relativos à programação do conteúdo mencionados por Ausubel são: *diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização seqüencial e consolidação.*

A *diferenciação progressiva* é o princípio pelo qual o assunto deve ser programado de forma que as idéias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e, progressivamente diferenciadas, introduzindo os detalhes específicos necessários. Essa ordem de apresentação corresponde à seqüência natural da consciência, quando um ser humano é espontaneamente exposto a um campo inteiramente novo de conhecimento.

A *reconciliação integrativa* é o princípio pelo qual a programação do material instrucional deve ser feita para explorar idéias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes.

Quanto à *organização seqüencial*, Ausubel argumenta que a disponibilidade de idéias-âncora relevantes para uso na aprendizagem verbal significativa e na retenção pode, obviamente, ser maximizada ao tirar-se partido das dependências seqüenciais naturais existentes na disciplina e do fato de que a compreensão de um dado tópico pressupõe, freqüentemente, o entendimento prévio de algum tópico relacionado. Além disso, Ausubel argumenta também que insistindo na *consolidação* ou maestria do que está sendo estudado, antes que novos materiais sejam introduzidos, assegura-se contínua prontidão (*readiness*) na matéria de ensino e sucesso na aprendizagem seqüencialmente organizada (Moreira & Masini, 2001, p.43).

5.18 Modelo planejado de acordo com a teoria de Ausubel

Este *Redesign* foi planejado com ênfase naquilo que o aluno já sabe e no uso de organizadores prévios que servem de “pontes cognitivas” ao desenvolvimento da técnica representativa sobre o sistema bi-projetivo de Monge.

Segundo esse modelo, deve-se primeiramente identificar os conceitos e as relações hierárquicas entre eles para, então, seqüenciar o conteúdo (coerentes com as relações hierárquicas conceituais) em ordem descendente de inclusividade (tanto entre unidades como dentro de cada unidade), tirando vantagens das dependências seqüenciais naturais entre tópicos. Além disso, a fim de promover a reconciliação integrativa, esforço explícito deve ser feito para explorar relações entre conceitos ou idéias e apontar e apontar similaridades e diferenças. Isso pode ser atingido “descendo e subindo” nas hierarquias conceituais e referindo-se aos conceitos e idéias mais gerais a medida que novas informações são apresentadas. A instrução deve também insistir em *consolidação* ou maestria do conteúdo, antes da introdução de novos materiais.

A ênfase que Ausubel põe “naquilo que o aluno já sabe”, como o fator isolado mais importante, influenciando a aprendizagem subseqüente, está sempre

implícita nos princípios anteriormente mencionados: esses princípios programáticos organizacionais destinam-se a tornar os materiais instrucionais potencialmente significativos para os aprendizes, e organizadores prévios devem ser usados sempre que necessário.

Segundo Ausubel, o princípio da “diferenciação progressiva” deve ser levado em conta ao programar o conteúdo, isto é, as idéias mais gerais e mais inclusivas da disciplina devem ser apresentadas no início para, somente então, serem progressivamente diferenciadas em termos de detalhes e especificidade.

Entretanto, a programação do conteúdo deve não só proporcionar a diferenciação progressiva, mas também explorar explicitamente relações entre proposições e conceitos, chamar a atenção para as diferenças e similaridades importantes e reconciliar inconsistências reais ou aparentes. Isso deve ser feito para atingir o que Ausubel chama de princípio da “reconciliação integrativa” e que ele descreve como uma antítese à prática usual dos livros de texto de separar idéias e tópicos em capítulos e seções.

Neste modelo, não existe separação entre os seus elementos. O que existe são vários elementos básicos diferentes, como um jogo de encaixe, onde de cada peça menor origina-se uma peça maior; de cada elemento básico origina-se outros elementos básicos que vão automaticamente trabalhando em conjunto, sincronizados até formar o todo necessário.

Na verdade nós partimos do todo, dos conceitos mais gerais, inclusivos, particularizamos na representação da técnica através de seus elementos básicos e nos direcionamos na construção do todo, dentro desta especialidade que é a construção do objeto, desde o mais simples até o mais complexo. Só que a complexidade não precisa ser ensinada; ela é uma consequência do processo metodológico construtivo que está ancorado em teorias compatíveis ao funcionamento do sistema visual humano, desenvolvido neste modelo.

Durante todo o processo de conhecimento dos elementos básicos através da construção do objeto, por meio do conhecimento do sistema visual humano, do reconhecimento de formas (objetos) em movimento empregando a teoria da rotação mental para o reconhecimento das várias direções de reta e plano, de acordo com a metodologia proposta neste modelo, cada aluno passa a descrever o seu Mapa Mental/Conceitual instrumento favorável na implantação desses princípios no processo instrucional.

5.19 Descrição do Mapa Mental/Conceitual do modelo

O Mapeamento Mental/Conceitual da estrutura do conteúdo vai sendo construído neste modelo desde o primeiro momento, segue à medida que cada etapa avança até a complementação do objeto básico e desenvolvimento de seu projeto individual, através da representação de objetos extremamente complexos.

As vantagens dos alunos irem construindo um Mapa Mental/Conceitual à medida progride o desenvolvimento do conteúdo, através da construção do objeto de estudo, segundo Buzan (1996) é a de que o aluno exteriorizará e integrará todo um conjunto de informações que de outra forma se perderiam. O Mapa Mental/Conceitual crescente também permite ao aluno rever com rapidez áreas já estudadas sem ter que voltar a folhear material anteriormente desenvolvido graficamente e sem ter a idéia de repente, de como aquele elemento foi estruturado. E à medida que o aluno descreve todo o conteúdo, ele faz automaticamente uma revisão mantendo a compreensão e a memorização sempre num nível elevado. Detectando também se há falhas de entendimento em algumas etapas e/ou aspectos do conteúdo que está sendo desenvolvido. O Mapeamento mental/Conceitual, tal como vem sendo descrito pelos alunos, é um instrumento que consegue neutralizar todas as desvantagens e falhas que podem ocorrer durante o processo de ensino-aprendizagem.

O Mapa Mental/Conceitual ainda permite, após um período razoável de tempo de estudo, perceber onde se encontram as partes mais confusas e a forma como cada etapa do conteúdo se relaciona com o conteúdo posterior através de seus elementos. Desta forma coloca-o numa situação criativa por ser capaz de: integrar o conhecimento; compreender a sua relevância para outras construções na área e em outras áreas e fazer comentários apropriados relativamente às partes mais confusas e controversas. A fase final do estudo inclui completar e integrar seu Mapa Mental/Conceitual quaisquer apontamentos existente na fundamentação contextual e prática, ficando o Mapa a funcionar como uma base contínua de trabalho, de revisão e reconstrução cognitiva.

Desta forma e com base nestas informações podemos concluir que o mapa mental/conceitual tem a função de organizar logicamente e hierarquicamente as informações a respeito do conteúdo, destacando relações significativas entre os conceitos a fim de facilitar a organização, o registro e a recuperação das informações, quando trabalhados por um processo de revisão bem estruturados durante e após a aprendizagem – para manter o nível de compreensão e memorização sempre elevados em harmonia. Este processo de revisão amplia a memória, porque quando relembremos selecionamos ganchos associativos significativos.

5.20 Trabalho individual – projeto

Dando continuidade ao processo de conhecimento através da construção do objeto, é dado início ao trabalho individual onde aluno vai fazer a sua própria construção, aplicando todo o conhecimento dos conteúdos aprendido, aplicando-o a um novo contexto, dando liberdade a sua própria criatividade e imaginação de forma mais generalizada possível, com formas, tamanhos e ângulos que ele bem desejar. Cada aluno escolhe o objeto ou conjunto de objetos que ele deseja representar em duas dimensões, com base nos conhecimentos anteriores. Este é o momento em que a informação internalizada começa a se transformar em formação, 'conhecimento', porque a aprendizagem, por mais que se apoia num

processo interpessoal e compartilhado, é sempre, em última instância, uma apropriação intrapessoal, uma questão individual. As diferenças são encontradas no papel que se atribui a este trabalho, no momento em que ele é realizado, nos tipos de conteúdos em que se trabalha e em seu grau de adaptação às características pessoais de cada aluno.

O projeto é uma atividade espontânea coordenada pelo aluno, que tem a possibilidade de vincular a vida da escola à vida real, explorando o máximo de si, sentindo-se o protagonista em todo o processo. O projeto potencializa, assim, a capacidade de iniciativa do aluno e o respeito à personalidade, adequando o trabalho ao nível de desenvolvimento individual. A estratégia consiste em fornecer a concepção da realidade como um fato problemático que é preciso resolver, e a metodologia adotada responde a um princípio de integração e de totalidade, o que dá lugar ao ensino globalizado, quer dizer, nada trabalha de forma isolada. Adota-se o princípio de que só se conhece um determinado conteúdo quando trabalhado de forma conjunta e o ser humano, 'o aluno', como construtor, é inserido nesse conhecimento. Espera-se, assim, que aflorem suas concepções prévias e que os alunos possam prever as formas, meios ou instrumentos que têm que utilizar.

Ao realizar o seu projeto, o aluno percebe a importância de conhecer todas as teorias e procedimentos, conteúdos anteriores. A criatividade é estimulada, ao mesmo tempo em que o aluno percebe a utilidade dos conteúdos que estão sendo ministrados e desenvolvidos e as facilidades para compreensão e a memorização dos mesmos, quando bem estruturados, dentro de procedimentos cautelosamente percebidos na prática, explorados e estudados durante a arte de desenvolver estruturas de conhecimento técnico compatíveis ao funcionamento humano; perceptíveis, experienciados e vividos no dia-a-dia.

Este modo de representar o sistema bi-projetivo de Monge, desenvolvido através deste procedimento metodológico, preconiza, entre outras coisas, o estímulo ao desenvolvimento do aluno, por meio de propostas práticas, em que o aprendizado

ocorre à medida que o conhecimento se torna necessário para a realização da atividade. No caso deste método, os alunos são estimulados a fazer o seu projeto no qual eles relatam suas experiências. Ao internalizar as experiências adquiridas de forma interpessoal, o aluno reconstrói individualmente os modos de ação realizados externamente e aprende a organizar os próprios processos mentais, reorganizando a sua estrutura cognitiva relatados em seus Mapas Mentais individuais. O aluno deixa de basear-se apenas em signos externos e começa a apoiar-se em recursos internalizados (imagens, representações mentais, conceitos etc.). Além do mais percebem também que esse procedimento metodológico não foi criado a partir de uma invenção humana, mas a partir de comprovados estudos feitos em seres humanos de que nosso cérebro – equipado através do nosso sistema visual – faz e usa os recursos da rotação mental para reconhecer orientações diferentes (inclinadas) de um objeto e recria muitas outras orientações a partir de imagens mentais, que ao representa-las se transformam em imagens gráficas reais. Para desenvolvê-lo corretamente dentro da sua própria proposta o aluno precisa conhecer o valor do conteúdo através do seu significado, ou seja, perceber a utilidade do conhecimento desse conteúdo que deixa de ser abstrato, restritos aos livros e a programas, e passa a ser de domínio do seu próprio cérebro, responsável pelo desenvolvimento do raciocínio e visualização espacial, e de sua reestruturação cognitiva, relatada através do Mapa Mental, para ser aplicado em seu cotidiano.

Para compreender o todo, o aluno começa conhecendo, mesmo que de modo superficial, o sistema de processamento de informação, responsável pelo processamento da imagem e as diferentes partes do conteúdo que compõem o corpo de conhecimento básico, necessário à construção dos objetos. Esse procedimento, dentro desse novo contexto epistemológico, que inclui o sujeito que conhece, o objeto de conhecimento e o conhecimento como produto do processo cognitivo, faz com que ele perceba a importância do processo educativo em sua totalidade.

Ao realizar o seu projeto individual o aluno constata ainda que quando visualizamos sem conhecimento o olhar é apenas um olhar de fora pra dentro, só que não conseguimos entrar, apenas vemos. Após o processo de ensino-aprendizagem, o nosso muda de direção e passamos a olhar de dentro para fora, conhecendo todos os caminhos dessa trilha, como uma visão em raio x dentro de uma visão absolutamente mental tridimensional, porque a construímos literalmente em nosso cérebro sobre uma estrutura sólida que jamais será apagada. O que mudou não foi o olhar do objeto, mas a estrutura cognitiva de cada um de nós que sofreu uma transformação não apenas em quantidade de informações, mas principalmente na qualidade destas informações. A grande satisfação é quando percebemos que nós estamos ali juntos, fazendo parte, mas no controle de todo o processo de desenvolvimento de nossas habilidades inatas que precisam ser estimuladas de forma correta para que juntos possamos desenvolvê-las, aumentando quem sabe, o percentual de as nossas capacidades. Quando verdadeiramente descobirmos o modo de chegar mais perto do verdadeiro desenvolvimento, talvez encontraremos o verdadeiro sentido da vida.

Todas as pessoas têm a mesma capacidade, bastando esforço para desenvolvê-la. Aprender fazendo, dá mais trabalho do que copiar. Aprender fazendo significa compreender e conhecer todos os desvios, as trilhas de uma estrada, todos os detalhes para resolver qualquer problema em qualquer das trilhas. Assim o aluno precisa pensar no todo, através da composição das partes. Se ele conhece apenas as partes, de forma isolada, e, não sabe o que fazer com elas, como essas partes se integram, de nada adiantaria. Por outro lado, se ele conhece o todo e não conhece as partes que o construiu e como foi construído, também não adianta nada, pois existirá um vazio de construção que precisa ser preenchido, caso contrário, o conhecimento não se processa. Como nos diz Zabala (1998), o conhecimento só é processado se nossa estrutura cognitiva estiver configurada a uma rede de esquemas de conhecimento. Para que o processo se desencadeie, não basta estar diante dos conteúdos para aprender, é necessário que os conhecimentos dos alunos possam ser atualizados e comparados com o que é

novo. É importante que o aluno identifique semelhanças e diferenças e as integre em seus esquemas, comprovando que o resultado tem uma certa coerência e produza uma aprendizagem significativa.

Uma vez compreendido o conceito, o trabalho será eficaz porque o aluno realizará as atividades que lhe permitirão ampliar, detalhar, recordar e reforçar o que já tinha sido compreendido. A diferença entre os trabalhos é muito importante porque cada um dos alunos tem que se dedicar a cada uma das finalidades do projeto que eles mesmos propuseram. No momento que eles levam a cabo as suas tarefas de exercitação personalizada, adaptadas aos seus níveis de domínio, obrigam-se a introduzir todos os conhecimentos desenvolvidos até então, os quais se encontram dentro do domínio progressivo da técnica, do procedimento ou da estratégia.

O que parece fundamental nessa experiência é o processo de individualização dos alunos que se dá a partir das experiências propiciadas pelo 'orientador ou mediador' numa interação professor-aluno. Segundo Rego (1995), o aluno se faz como um ser diferenciado do outro, mas na relação com o outro: singular, mas constituído socialmente numa composição individual, mas não homogenia.

Segundo Zabala, (1998, p.127), "assim, pois, vemos que o trabalho individual é especialmente útil para a memorização dos fatos, para o aprofundamento da memorização posterior de conceitos e, especialmente, para a maioria dos conteúdos procedimentais, em que se deve adaptar o ritmo e a proposição das atividades, às características de cada aluno".

Ao mesmo tempo, podemos comprovar a complexidade da tarefa educacional pelo fato de ter que acompanhar as diferentes trajetórias neste trabalho individual. Este novo *redesign* segundo esta técnica representativa é um instrumento que serve para a resolução de qualquer problema relacionado à construção de objetos por meio de imagens bidimensionais e movimento. A atenção à diversidade envolve

formas de ensinar notavelmente complexas porque têm que responder às muitas variáveis que estão estreitamente inter-relacionadas. Tudo isto nos leva a darmos conta, cada vez mais, da necessidade de utilizar formas de intervenção extremamente flexíveis, que integrem todos aqueles meios que potencialmente ajudam a aprender”. Só se aprende a projetar projetando. Só seremos alfabetizados visualmente nesta especialidade, se entendermos os meios que nos leva a construir objetos, não nos preocupando em que direção o mesmo se encontra.

Neste sentido, promover um trabalho pessoal interessante, que tenha sentido, que seja adequado a cada aluno, que permita o acompanhamento, se necessário, por parte do professor e a direção e o controle por parte do aluno, pelo qual ele se sinta responsável, este é um desafio do qual não podemos renunciar em benefício de um trabalho rotineiro, mecânico e sem atrativo. Quando o professor proporciona ao aluno o direito de construir o que ele bem desejar, baseado em conhecimentos prévios de seu próprio funcionamento, de como o cérebro trabalha em relação à construção de objetos em movimento, internalizados e inferindo novos conhecimentos em sua estrutura cognitiva, com base em conceitos-chave que envolve corpos de conhecimento, o aluno se transforma no protagonista do ensino e desloca o fio condutor do conhecimento para a sua capacidade de interesse e motivação.

O aluno não fica resolvendo problemas específicos propostos pelo professor de modo a recordá-los e aplicá-los dentro do contexto originalmente aprendido, mas de generalizar a aprendizagem a contextos diferentes, aderir a ele e basear-se neles quando se estendem a novas áreas, a problemas que ele mesmo propõe, descobrindo que é possível resolver qualquer tipo de problema no que diz respeito à projeção de objetos usando o sistema bi projetivo de Monge no ângulo que ele quiser, quer dizer, apoiado em qualquer uma das orientações de planos que ele precisar ou quiser projetar e de acordo com suas imagens mentais desenvolvidas através de seus esquemas de conhecimentos mentais, presentes na estrutura

cognitiva. A transferência do conhecimento existente a situações novas simplifica a tarefa da aprendizagem nessas novas situações. Para Ausubel (apud Casas 1999), é importantes assegurar que os estudantes compreendam as idéias principais em uma apresentação e sejam capazes de transferi-la e aplicá-las depois para a compreensão e uso do conhecimento.

Segundo Schön, (2000, p.123), "o design, no sentido mais amplo, deve ser aprendido no fazer. Uma prática com caráter de design é passível de ser aprendida, mas não de ser ensinada, por métodos teóricos, mas numa relação muito próxima de uma prática que leve o aluno a se sentir capaz de realizar".

Quando os alunos aprendem a conduzir experimentos sobre a concepção nos quais eles impõem um certo tipo de coerência, para dar ordem a uma situação, provocam resultados inesperados, respostas que dão à situação um novo significado. A habilidade de design é um tipo de conhecimento em ação. É possível descrever regras usadas no projeto, contudo algumas regras mais importantes não podem ser acompanhadas de uma forma mais simples, mecânica, porém deve se aprender um tipo de experimentação numa invenção criativa de novas tentativas, baseadas na apreciação de resultados de ações anteriores. Isso ajuda a explicar porque os alunos devem praticar para aprender a atividade de design e sugere-se, além disso, que sua prática deve envolver reflexão na ação, impor uma disciplina, ainda que arbitrária, sempre que se pode quebrá-la depois". Isso faz sentido, e um sentido útil para a ação, apenas quando os alunos estão envolvidos em um esforço de construir o projeto de algo.

O design é uma habilidade holística. Neste sentido, deve-se entendê-lo como um todo, para que se tenha melhor compreensão dele. Quando um aluno aprendeu a desenvolver pequenas unidades de uma atividade de design, mas ainda não aprendeu como integrá-las em um processo de projeto mais amplo, a natureza do todo parecerá confusa. Isso destruiria a idéia toda. Provavelmente o aluno que assim procede achará tais descrições opacas, até que tenha realmente

experimentado a coerência de todo o processo de projeto que ele próprio desenvolve (SHÖN, 2000).

O aluno que sabe reconhecer a utilidade de um conteúdo pode aprender a experimentá-lo em meios diferentes e produzi-lo, e um professor (orientador ou mediador) poderá ajudá-lo a fazê-lo. Entretanto, se um aluno ainda não sabe como reconhecer a qualidade particular do projeto de um objeto, não lhe será muito útil o orientador fazê-lo somente através de descrições verbais, pois o aluno pode não ser capaz de entender as atividades experienciadas durante o processo de conhecer.

Ao fazer essas coisas, naturalmente, a instrução do aluno é uma forma de orientação: ela ajuda o aluno a aprender a reconhecer a direção dos objetos e de como representá-los, guiando-se através de um tipo particular de aprendizagem no fazer (SHÖN, 2000).

5.21 Reconhecimento e utilidade do conteúdo – versus – autonomia

Assim procedendo, os alunos se sentem, autônomos, livres, seguros, capazes. Sua auto-estima se eleva, sentem-se controladores do ato de projetar, descrevem a geometria dentro de uma nova concepção, a partir de sua imagem e semelhança; os alunos percebem uma ligação muito estreita entre o objeto real e a projeção desse objeto e sentem uma mudança interna. Não vêem mais distância entre a sua construção (do aluno) e a construção do mundo dos objetos, mas o compreendem como uma construção num sentido contínuo sem interrupções. O aluno então, passa a ter uma compreensão mais profunda da realidade, passa a perceber a importância de trabalhar a geometria dentro dos conteúdos propostos, que não são rígidos, apenas ordenados de forma seqüencial para poderem ser compreendidos, e que alguns procedimentos podem ser dispensados caso não sejam necessários à realização da tarefa. Além destes, são acrescentados outros,

sob argumentos sociológicos e epistemológicos, associados à finalidade última do ensino e à necessidade de oferecer modelos que permitam interpretar a realidade em sua totalidade. Promover uma coerência entre as intenções formativas e os meios que dispomos para alcançá-los é o nosso papel como educadores.

5.22 Professor no exercício da autonomia

No entanto, para que o aluno possa exercer essa autonomia, é necessário que o professor, por sua vez, favoreça essa autonomia em sala de aula no sentido de tornar o aluno consciente do que se faz em sala de aula e de como poderá melhor atingir suas metas. Esta autonomia, promovida inicialmente pelo professor, faz com que o aluno compreenda os meios utilizados e propostos para atingir sua competência nesta área, podendo julgá-los quanto à eficácia do processo. Teremos assim um aluno autônomo, isto é, livre e consciente do que faz e porquê faz.

Kilpatrick (apud Zabala, 1998, p.149), concede uma grande importância ao trabalho de iniciativa individual, ao fato de que se aprende fazendo. Para ele, o objetivo da educação consiste em aperfeiçoar a vida em todos os aspectos, sem outras finalidades transcendentais. A finalidade da escola deve ser ensinar a pensar e atuar de maneira inteligente e livre. Por isso, os programas precisam ser abertos, críticos e não dogmáticos, baseados na experiência social e na vida individual. Kilpatrick “entende o método como uma adaptação da escola a uma civilização que muda constantemente”.

E esta mudança deve começar pelos professores que através de seus novos métodos de ensino-aprendizagem, provocarão mudanças aos alunos, mudando a escola e conseqüentemente mudando a sociedade; e, a sociedade, mudará a civilização.

Concluindo, esse novo *redesign* contextual, organizacional e metodológico do conteúdo sobre o sistema bi-projetivo de Monge, estruturado neste modelo segue a seqüência Ausubeliana, porque vai do geral para o particular defendendo a posição de Ausubel de que as idéias, fenômenos e conceitos mais gerais e inclusivos devem ser apresentados no início do processo instrucional para que sirvam de ancoragem para a aprendizagem subsequente. Nessa seqüência o princípio da diferenciação progressiva foi usado como sistema de referencia, isto é, as idéias mais gerais e inclusivas da disciplina, representadas neste modelo, foram apresentadas no início depois foram progressivamente diferenciadas em termos de detalhes e especificidade.

A seqüência começa em um nível bem geral com informações sobre o sistema visual humano e as formas de reconhecimento visual humano de objetos, principalmente em várias orientações, em movimento, que é o que o sistema bi-projetivo propõe na busca do desenvolvimento do raciocínio e a visão espacial, chegando a aplicação da teoria da 'rotação mental'.

Esta primeira unidade finaliza com um ambiente animado, desenvolvido pela autora deste trabalho em outra oportunidade, onde se apresenta aos alunos na íntegra, porém de forma resumida e breve, quais elementos precisamos conhecer e de que elemento nós vamos partir e aonde vamos chegar para finalizar a construção do objeto, enfatizando apenas os conceitos-chave. E ainda que o conhecimento destes elementos básicos permitirá a construção de qualquer objeto não importa a direção que ele possa se encontrar. Após essa visão geral passamos a particularização descrevendo cada elemento, como determiná-los, também reestruturado neste modelo a partir da teoria da rotação mental segundo um referencial através de uma descoberta orientada.

5.23 Construção que promove da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa

De acordo com o princípio da diferenciação progressiva, esta próxima unidade é mais específica do que a anterior porque trata do entendimento, da compreensão e memorização dos elementos básicos a construção de qualquer objeto e de como manter a capacidade de lembrar durante e após a aprendizagem, segundo a teoria de Buzan. Desde este primeiro elemento determinado, a reta: em suas várias direções, ancoram as unidades subseqüentes, que são muito específicas desta técnica. Porém cada elemento determinado está ancorado no elemento anterior e posterior servindo como subsunçor (organizador prévio) para a próxima informação, a cada nova direção da reta; depois os planos, pertinência, intersecção de planos e os dois mecanismos de determinação da verdadeira grandeza. E assim sucessivamente, explorando idéias, apontado às diferenças e as semelhanças significativas, reconciliando discrepâncias reais e aparentes, o que Ausubel denomina de reconciliação integrativa. Todo este procedimento é feito dentro de uma organização seqüencial, disponibilizando idéias âncora relevantes, maximizadas ao tirar partido das dependências seqüenciais naturais existentes na disciplina através do processo fisiológico, perceptivo, pedagógico e da teoria da rotação mental. Estas teorias por sua vez, sustentadas pela teoria de Ausubel, possibilita o fato de que a compreensão de um dado tópico pressupõe freqüentemente e continuamente o entendimento prévio do tópico anterior. Cada direção de reta depende da reta referencial e da anterior determinada, promovendo o princípio da reconciliação integrativa. Insistindo na consolidação ou maestria do que está sendo estudado, antes que os novos materiais sejam introduzidos, assegura-se contínua prontidão da matéria de ensino e sucesso na matéria seqüencialmente organizada.

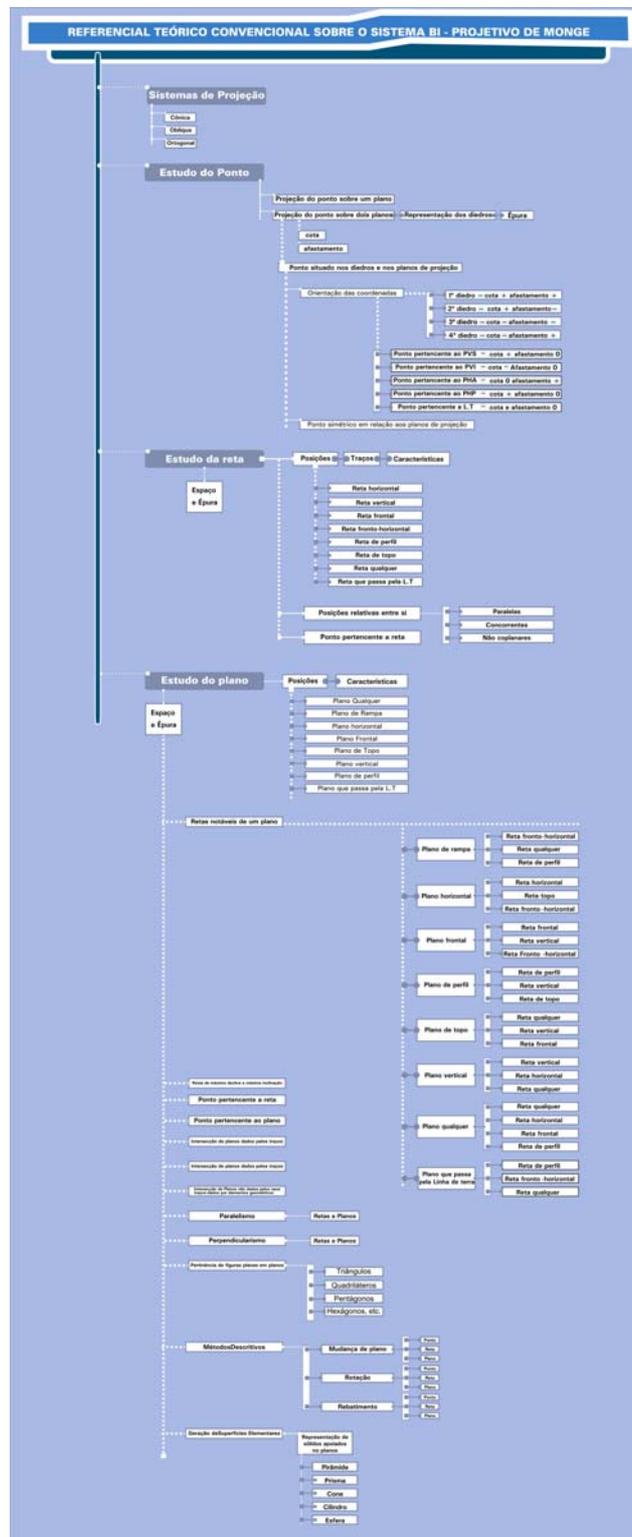
5.24 Construção que promove a aprendizagem significativa

Podemos concluir dizendo que o conteúdo foi organizado procurando facilitar a aprendizagem significativa através da utilização de materiais potencialmente significativos, isto é, relacionáveis a estrutura cognitiva do aluno, que explicitamente tentam promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

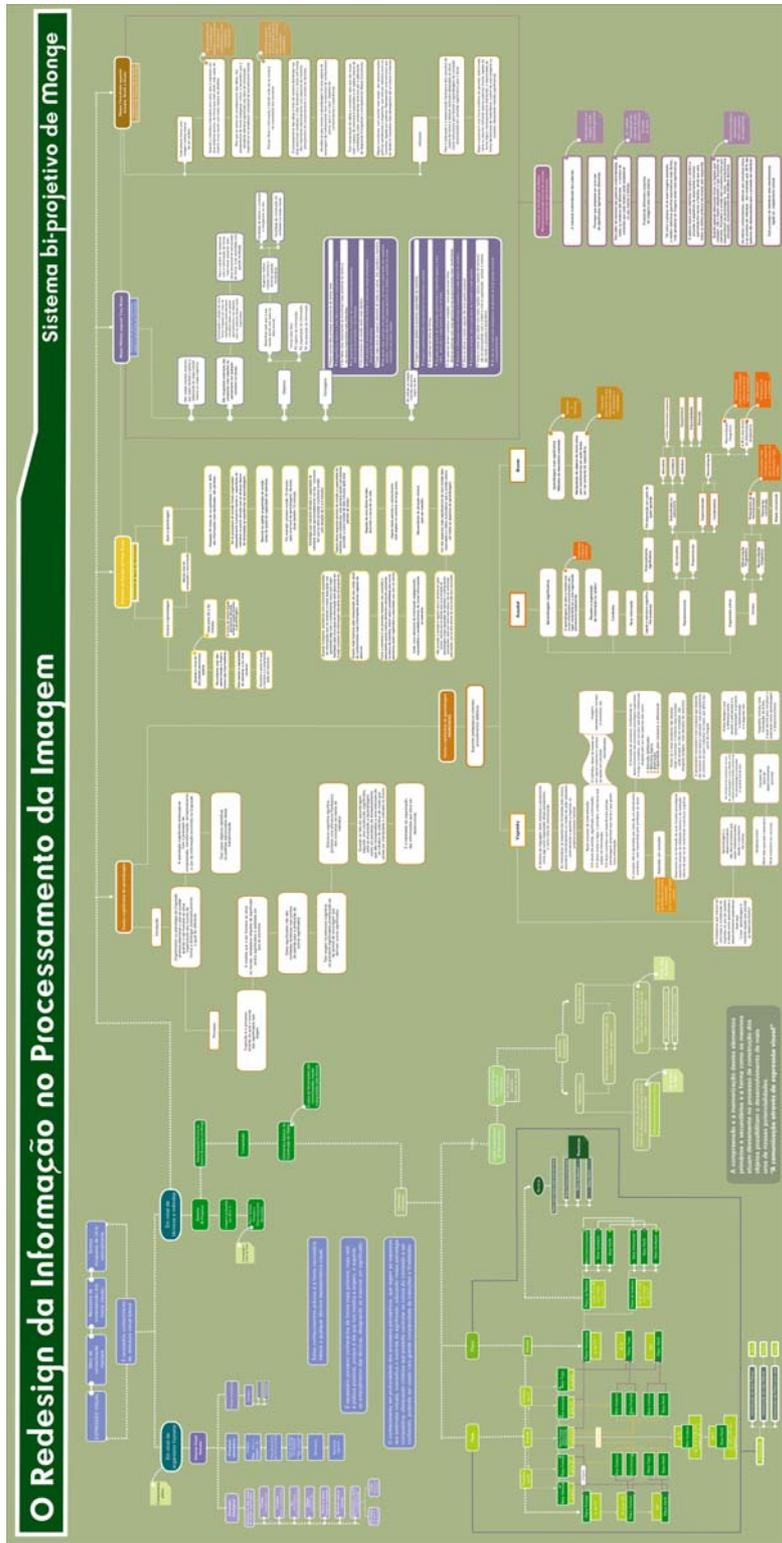
Ausubel sustenta o ponto de vista que cada disciplina acadêmica tem uma estrutura articulada hierarquicamente organizada de conceitos que constitui o sistema de informações. Acredita que estes conceitos estruturais podem ser identificados e ensinados a um aluno constituindo para ele, um sistema de informações, um verdadeiro mapa intelectual que pode ser usado para analisar o domínio particular da disciplina e nela resolver problemas (MOREIRA & MASINI, 2001).

Este verdadeiro mapa intelectual que pode ser usado para analisar o domínio particular da disciplina e nela resolver problemas é retratado neste modelo através do Mapa Mental/Conceitual, particular, construído por cada um dos alunos, onde relatam toda a sua configuração no processamento da informação, alojada na sua estrutura cognitiva, a respeito do conhecimento do sistema bi-projetivo de Monge, através da técnica de representação gráfica que trabalha com duas imagens de um mesmo objeto, projetadas sobre os planos de referência vertical (primário) e horizontal (secundário) em várias direções, em movimento, a partir de um mesmo ponto de observação.

5.25 Mapeamento do modelo convencional – CD-Rom em anexo.



5.26 Mapeamento do modelo redesenhado – CD-Rom em anexo



CAPÍTULO 6. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

6.1 Método científico para validar o modelo

Ausubel coloca que a organização significativa da matéria de ensino é a preocupação principal no planejamento da instrução. “Obviamente os métodos de ensino e os sistemas de avaliação devem ser consistentes com a programação do conteúdo” (Moreira & Masini, 2001, p.44). Desta forma, em se tratando da ferramenta de análise deste *Redesign*, esta deve também ser consistente com a programação do conteúdo redesenhado.

6.1.1. Ferramenta de Análise

Os instrumentos usuais de análise são os Mapas Mentais/Conceituais nos quais serão analisados os diversos procedimentos, que consistem em estabelecer a análise comparativa entre o modelo convencional e o modelo redesenhado e a aplicação do mesmo.

6.1.2 Justificativa

A escolha do uso de Mapas Mentais/Conceituais como instrumentos de coleta de dados para posterior análise e interpretação e posterior validação do modelo proposto deve-se ao fato de que esse tipo de instrumento consegue demonstrar o conjunto das informações de diferentes maneiras e pontos de vista de como cada aluno processa a informação (conteúdo) desenvolvido pelo novo *Redesign* sobre o sistema bi-projetivo de Monge; o que permite com isso, termos uma idéia mais ampla e inteligível da complexidade de um problema a respeito das dificuldades do processamento de uma informação visual.

6.1.3 Objetos de Análise

- Mapa Mental/Conceitual construído e descrito por apontamentos de cada aluno;
- Projeto Individual;

- Mapa Mental/Conceitual do Modelo Convencional;
- do Mapa Mental/Conceitual proposto por este Novo Modelo – *O Redesign*.

6.1.4 Público alvo a ser analisado

Participaram da pesquisa um número de 50 alunos dos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia Sanitária, Comunicação e Expressão visual e do curso de Matemática da Universidade Federal de Santa Catarina, dos quais 9 participaram diretamente da análise deste modelo, escolhidos aleatoriamente.

6.1.5 Metodologia de construção

A construção do mapa mental/conceitual dos alunos partiu primeiramente de um relato descrito da construção de toda a estrutura de conhecimento redesenhada sobre o sistema bi-projetivo de Monge seguida de um mapeamento gráfico ao finalizar a construção do conhecimento.

6.1.6 Objetivo

A MAHIMMC – Método de análise hierárquica integrativa através dos mapas mentais/conceituais – tem como objetivo demonstrar graficamente a importância de cada critério de análise dentro da estrutura de conhecimento num determinado momento da hierarquia de conhecimento.

6.2 Estruturação e análise da ferramenta

Ao estruturar e analisar uma estrutura de conhecimento – quer estejamos motivados pela necessidade de redesenhá-la, quer estejamos motivados em conhecê-la – geralmente enfrentamos um sistema complexo de componentes correlacionados, resultados ou objetivos desejados. O que estamos, na verdade é, interessados na análise de funcionamento do sistema de informação como um

todo. Presumivelmente, quanto melhor entendermos essa complexidade, melhor será, a qualidade dessa análise.

A estruturação através dos mapas mentais/conceituais e sua aplicação como ferramenta de análise, reduzem o estudo de sistemas extremamente desintegrados, a uma seqüência de informações interligadas entre si e de fáceis comparações de semelhanças e diferenças entre os componentes adequadamente organizados e identificados (critérios). Por sua vez, esta ferramenta reflete o que parece ser um método natural de funcionamento da mente humana. Buzan (1996) nos diz que se o cérebro funciona de forma integrada, por meio de inter-ligações, essencialmente conceitos-chave, nossos apontamentos e as relações entre as palavras também devem estar organizados da mesma forma para que possamos registrá-las com maior facilidade e, desta forma, acreditamos analisá-las e interpretá-las também com maior facilidade. Portanto, através dos mapas mentais/conceituais, que são fotografias exteriores das complexas inter-relações do pensamento em um determinado momento e tempo, podemos retratar os critérios a serem analisados e suas complexas inter-relações num determinado momento de sua estruturação, tanto da estrutura convencional quanto da estrutura redesenhada neste modelo como da aplicação deste *redesign* experimentado pelos alunos.

Ao nos defrontarmos com um grande número de elementos de informações e construções, controláveis ou não, que abrangem uma situação complexa da estrutura de conhecimento a ser compreendida e memorizada, o uso da construção dos mapas mentais/conceituais, os agrega, a grupos de informações relevantes (imprescindíveis), segundo precedências, categorias de informações comuns, necessárias ao conhecimento da estrutura, e, interligadas, buscam o entendimento visual global de toda a estrutura a ser analisada. Esses elementos, por sua vez, podem ser agrupados segundo um outro conjunto de propriedades e informações comuns, gerando os elementos de um determinado nível “mais gerais e mais inclusivos”, elementos mais específicos, até atingirmos um único elemento “máximo” que muitas vezes pode ser identificado como o foco da estrutura.

Neste sentido, o que acabamos de descrever é em geral denominado hierarquia, isto é, um sistema de informações estratificados em níveis de informações hierarquicamente dependentes, determinados, através dos estudos aplicados ao *Redesign*, cada um consistindo em muitas informações (elementos) relevantes básicos de construção que influenciam no entendimento da estrutura subsequente e de toda a estrutura visual humana no processamento da imagem gráfica em direção ao entendimento da técnica sobre o sistema bi-projetivo de Monge.

A questão central em termos dessa hierarquia é a seguinte: como e quais elementos básicos individuais da hierarquia influencia seu fator máximo, o objetivo geral, que é a construção do raciocínio e visão espacial em relação à construção de objetos? Após o desenvolvimento deste *Redesign*, acreditamos que, desde que a influência da utilização dos elementos básicos relevantes a construção, seja organizada de forma associativa e integrativa, demonstrando a diferenciação progressiva em busca da reconciliação integrativa às prioridades essenciais à construção de objetos.

Essa determinação das prioridades e precedências dos elementos essenciais, relevantes e básicos de construção em relação ao objetivo geral pode reduzir-se a uma seqüência de prioridade, cada um em seu nível, e cada uma dessas prioridades a uma seqüência de comparações em níveis estruturais entre a 'estrutura convencional' e a 'estrutura redesenhada'; e a 'estrutura redesenhada' e a aplicação da estrutura redesenhada experimentada pelos alunos, desenvolvida no ensino-aprendizagem da técnica representativa sobre o sistema bi-projetivo. Essas comparações e análises continuam sendo o ingrediente central desta ferramenta.

Identificação dos critérios básicos de análise do *Redesign*:

- Conhecimentos Prévios:
 - Sistema visual humano:
 - Processos fisiológicos;

- Perceptivos;
 - Forças sinestésicas.
- Reconhecimento humano visual de objetos:
 - Teoria da rotação mental;
 - Percepção do movimento;
 - Desenvolvimento do raciocínio espacial;
 - Desenvolvimento da visão espacial.
- Estrutura lógica da técnica representativa:
 - Construção organizada do conhecimento
 - Raciocínio;
 - Compreensão;
 - Memorização;
 - Recuperação.
- Construção do Mapa Mental/Conceitual conceitual por apontamentos:
 - Elaboração do Mapa Cognitivo interno;
 - Desenvolvimento da estrutura cognitiva.
- Construção e desenvolvimento da aprendizagem significativa.
- Desenvolvimento da habilidade de organização:
 - Processamento diferenciado individualizado da informação sem se desviar do foco;
 - Facilidade de registro;
 - Ativação mínima para recuperá-la.
- Conceitos fortemente associados.
- Processo de relembrar:
 - Revisão durante e após a aprendizagem.
- Construção dos mapas mentais/conceituais.
- Ampliação do raciocínio e da memória.
- Motivação.
- Estimula e amplia a aprendizagem.

- Aprender a discernir;
- Particularizar;
- Generalizar.

Reconhecimento do Sistema bi-projetivo de Monge consiste num conjunto total de inter-relações com a informação simbólica, reconhecendo as fases:

- Reconhecimento;
- Assimilação;
- Intra-integração;
- Extra-integração;
- Retenção;
- Relembrar;
- Comunicar.

Esta estrutura de conhecimento foi desenvolvida semelhantemente ao processo pela qual a mente humana conceitualiza e estrutura uma informação complexa.

Se Ausubel (Moreira e Masini, 2001) nos diz que a estrutura cognitiva é uma estrutura hierárquica na mente do indivíduo, este modelo de análise diferenciada, estruturado a partir dos mapas mentais/conceituais, estruturada de forma hierárquica dependente – porque a partir de um critério leva ao desenvolvimento do seguinte – demonstra a organização da informação de forma associativa e integrativa para melhor análise e comparações da informação. Estruturada através de uma ferramenta de análise com critérios totalmente qualitativos, aplicados especificamente a esta estrutura de análise, esta ferramenta foi desenvolvida influenciadas pelas seguintes sugestões:

- Em primeiro lugar, quando observamos as pessoas participarem de um processo de estruturação (organização) de uma informação a respeito de um determinado conhecimento, e priorização (contextualização relevantes) de uma hierarquia de conhecimento, vemos que elas se empenham naturalmente em sucessivos agrupamentos de elementos associativos e

integrativos de conexões dentro dos níveis de conhecimento e na distinção entre níveis de complexidade, na busca do entendimento da integralidade. Segundo Moreira e Masini (2001) o cognitivismo ou a psicologia da cognição nos diz que o ser humano se situa organizando seu mundo de forma a distinguir sistematicamente o igual do diferente.

- Em segundo lugar, os indivíduos informados sobre um determinado conhecimento podem estruturá-lo hierarquicamente de maneira um tanto diferente, mas se seus julgamentos forem semelhantes, suas respostas gerais deverão ser semelhantes (Saaty, 1991). Em outras palavras, distinções sutis em uma hierarquia, na prática não se tornam diferenças estruturais significativas.

Quando uma única experiência envolve uma série de sensações ou atividades diferentes, é necessário um tipo de interpretação ou ação integrada. Essas atividades devem de alguma forma, ser combinadas. A forma com que as combinamos depende da finalidade a que se destinam; nossos objetivos ditam onde colocar a ênfase e que tipo de objetivo queremos alcançar com esta análise. Precisamos compreender o sistema e a estrutura como um todo, para termos a noção de prioridades que envolvem a necessidade da construção da estrutura de conhecimento e assim podermos medir a qualidade da estruturação e análise do *redesign*.

Quando utilizamos um “método de análise hierárquico de conhecimento para obter julgamentos” (análise) a um grupo de pessoas, a respeito de um tipo de informações não existe a resposta, que com a exposição constante se transforma na resposta única. Seja qual for a forma como o julgamento final for lançado, sempre haverá pessoas cujos julgamentos diferem de qualquer resultado particular, mas quando um grupo esteve envolvido na formulação de julgamentos, teria-se criado uma síntese de interesse comum, mesmo mapeados por caminhos diferenciados (no caso os alunos que experimentaram este *Redesign*).

Todos nós temos experiências suficientemente próximas da realidade, de modo que, embora nossas decomposições da realidade possam ser diferentes, nossas avaliações em nível operacional tendem a ser parecidas, particularmente, quando suportadas por experiências parecidas, quando suportadas por experiências sucessivas em preencher nossos propósitos comuns. Então, podemos modelar a realidade um tanto diferentemente, mas conseguimos comunicar o senso de discernimento que envolve um entendimento comum – mas não sem diferenças. Precisamos, então, explorar manifestações de discernimento e de aprendizado.

Saaty (1991) nos mostra em seu livro Método de Análise Hierárquica; um velho ditado que é falso: comparar laranjas com maçãs. Uma laranja e uma maçã possuem características comuns: tamanho, forma, aroma, gosto, cor, semente, sumo, e outras. Podemos preferir uma laranja por certas características e uma maçã por outras. Além disso, a intensidade de nossa preferência por essas características pode variar. Podemos ser indiferentes ao tamanho e à cor, mas ter uma forte preferência pelo sabor, o que mais uma vez pode variar conforme o dia e a hora. Temos uma tese segundo a qual este tipo de comparação complicada ocorre na vida real a todo instante, sendo necessário um tipo de abordagem matemática e/ou um método dinâmico para essas comparações.

Churchman e Eisenberg apud Saaty (1991, p.5) nos diz que “... parece ótimo que não podemos resolver os maiores problemas políticos e organizacionais atuais, simplesmente processando um conjunto de dados ou de informações através de um modelo matemático ou de um computador. O que é preciso, adicionalmente, é um projeto que tenha uma deliberação e um julgamento mais apurado. Uma vez que possamos entender o processo de deliberação e julgamento, poderemos convergir para um método mais objetivo e melhor, isto é, um método de expressar uma deliberação ótima de uma forma precisa e garantida”.

O método de análise hierárquica integrativa através dos mapas mentais/conceituais (MAHIMMC) é um método dinâmico desenvolvido especificamente pela autora deste trabalho, para a análise e interpretação dos

dados do *redesign* da informação sobre o processamento da imagem sobre o ensino-aprendizagem do sistema bi-projetivo de Monge. Apesar desse método ser bastante diferente em muitos aspectos da maioria dos métodos hierárquicos de análise, por exemplo: AHP (Analytic Hierarchy Process) e a MACBETH (*Measuring Attractiveness by a categorical based Evaluation Technique*), obedece aos mesmos princípios básicos de ‘estruturação’ através dos Mapas mentais/conceituais) e a “análise” que transcorrerá de forma comparativa e analítica com outras estruturas de conhecimento também mapeadas.

Neste caso específico em primeiro lugar serão analisadas de forma comparativa e analítica os critérios das duas estruturas mapeadas: O Novo *Redesign* e a Convencional sobre o ensino-aprendizagem do sistema bi-projetivo, os quais serão demonstrados com maior clareza e objetividade os vários critérios, estabelecidos pela nova abordagem, exclusivamente qualitativos, retratados (fotografados) e construídos por estes mapeamentos. E em segundo lugar, serão analisados: o mapeamento do novo *redesign* com os mapas mentais/conceituais e o projeto individual dos alunos que experimentaram o modelo através de sua aplicação e experimentação.

Esta forma de análise será chamada de “método de análise hierárquica integrativa através da construção dos mapas mentais/conceituais” – MAHIMMC.

Esse método caracteriza-se principalmente pela capacidade de analisar um *redesign* de uma estrutura de conhecimento sobre o processamento da imagem desenvolvida pelo sistema bi-projetivo de Monge. Estrutura esta, incorporada a uma nova organização, contextualização e metodologia para sanar grande parte dos problemas conflitantes e sem entendimento no processamento das informações.

Esse novo modelo baseia-se no princípio de desenvolvimento visual humano (fisiológicos, perceptivos e nas forças sinestésicas), nas teorias pedagógicas de aprendizagem (procedimentos didáticos), nos processos de revisão (para manter o nível de compreensão e memorização, sempre elevados) e na construção dos

mapas mentais/conceituais (desenvolvimento organizado da estrutura de conhecimento) importantes para a tomada de decisão segura na resolução de problemas sobre a construção de objetos, valiosos para a experiência, conhecimento e autonomia na utilização da técnica representativa.

Neste processo de análise, verificaremos todas as alternativas que satisfaçam um conjunto de objetivos pretendidos por este *redesign*, tanto os gerais quanto os específicos, sempre de forma, integrativa, associativa, inter-relacionada e dependente.

Se os modelos desenvolvidos para análise não espelham fielmente a realidade, por termos deixado de considerar alguns fatores significativos, é comum culparmos a capacidade do comportamento humano e outros fatores considerados como aberrações humanas que desaparecerão com o tempo. Entretanto, são justamente esses fatores diferenciais da nova estrutura que devem ser medidos para obtermos resultados realistas.

Para sermos realistas em nossos modelos, temos que incluir e medir de forma comparativa e analítica, porém integrativa e inter-relacionada, todos os fatores importantes, sejam eles, tangíveis ou intangíveis, que representam a sua eficiência e eficácia na estruturação contextual para que a mesma possa ser operacionalizada de forma eficaz e segura, baseada nos próprios propósitos desenhados pelo sistema natural do cérebro humano, que é um processamento 'organizado' e não desorganizado da informação. É exatamente isto que fazemos quando da aplicação do MAHIMMC.

Saaty (1991, p.3) nos diz que, quando pensamos, identificamos objetos e idéias e também sua inter-relação. Quando identificamos alguma coisa, decompos a complexidade encontrada. Quando descobrimos relações, sintetizamos. Este é o processo fundamental da percepção: decomposição e síntese.

Baseados nessas informações, inferimos a lógica de Saaty acrescentando que o processo fundamental da percepção é a decomposição e a sistematização do conhecimentos dos objetos e das idéias.

A partir disso, passamos à análise deste *redesign* através do MAHIMMC, através da qual se espera atingir os objetivos propostos por este modelo, com resultados exclusivamente qualitativos.

São três os princípios em que esta técnica está baseada:

- Identificar os critérios de análise e estruturá-los através dos mapas mentais/conceituais;
- Decompor a complexidade em nível hierárquico, integrativo e dependente de conhecimento;
- Sistematizar as relações entre os critérios.

Procedimentos:

- Construção dos critérios extraídos do novo modelo, mapeados por apontamentos para as três estruturas: o *redesign*, o modelo convencional e o *redesign* aplicado;
- Julgamentos comparativos e analíticos entre as estruturas mapeadas: novo modelo X modelo convencional e o novo modelo aplicado aos alunos;
- Sistematização da aplicação do novo modelo.

Com base nesses três princípios, qual é o objetivo central da análise do *Redesign* da informação no processamento da imagem sobre o sistema bi-projetivo de Monge através do uso da ferramenta de construção dos Mapas Mentais/Conceituais? A resposta é verificar a diferença comparativa e analítica entre as duas estruturas: o modelo convencional X o novo modelo proposto pelo *Redesign* e as vantagens que esta nova estrutura de conhecimento possibilita nos diferentes modos de como cada indivíduo (aluno) constrói o seu conhecimento,

sem se desviar do foco principal de estrutura de conhecimento sobre o sistema bi-projetivo de Monge.

Os critérios escolhidos como elementos de análise são absolutamente qualitativos, não havendo possibilidade de aplicar uma escala numérica, pois as comparações e as análises são feitas neste modelo entre os critérios inter-relacionados, obedecendo a um mesmo grau ou nível de importância.

O MAHIMMC tem como finalidade ajudar o indivíduo a analisar e a sistematizar informações relevantes de forma hierárquica dependente, facilitando a comunicação e o entendimento entre elas através de suas inter-relações.

É um método flexível, que vai mostrando graficamente, através de uma árvore, as mudanças que ocorrem entre o modelo convencional, o novo modelo e a aplicação deste novo modelo experimentado pelos alunos, aumentando assim a objetividade e a eficiência na comprovação dos seus critérios diferenciais comparativos.

É um método que se caracteriza pela capacidade de analisar a estrutura de conhecimento redesenhada, através da construção em níveis hierárquicos integrativos dependentes, ou seja, para se ter uma visão global da relação dos critérios e subcritérios que são inerentes à situação de análise sobre o ensino-aprendizagem do sistema bi-projetivo de Monge.

O MAHIMMC é uma técnica versátil e útil, fornecendo a pesquisadores de diferentes áreas uma nova maneira de analisar a construção do conhecimento e seus processos inovadores no processamento de qualquer tipo de informação.

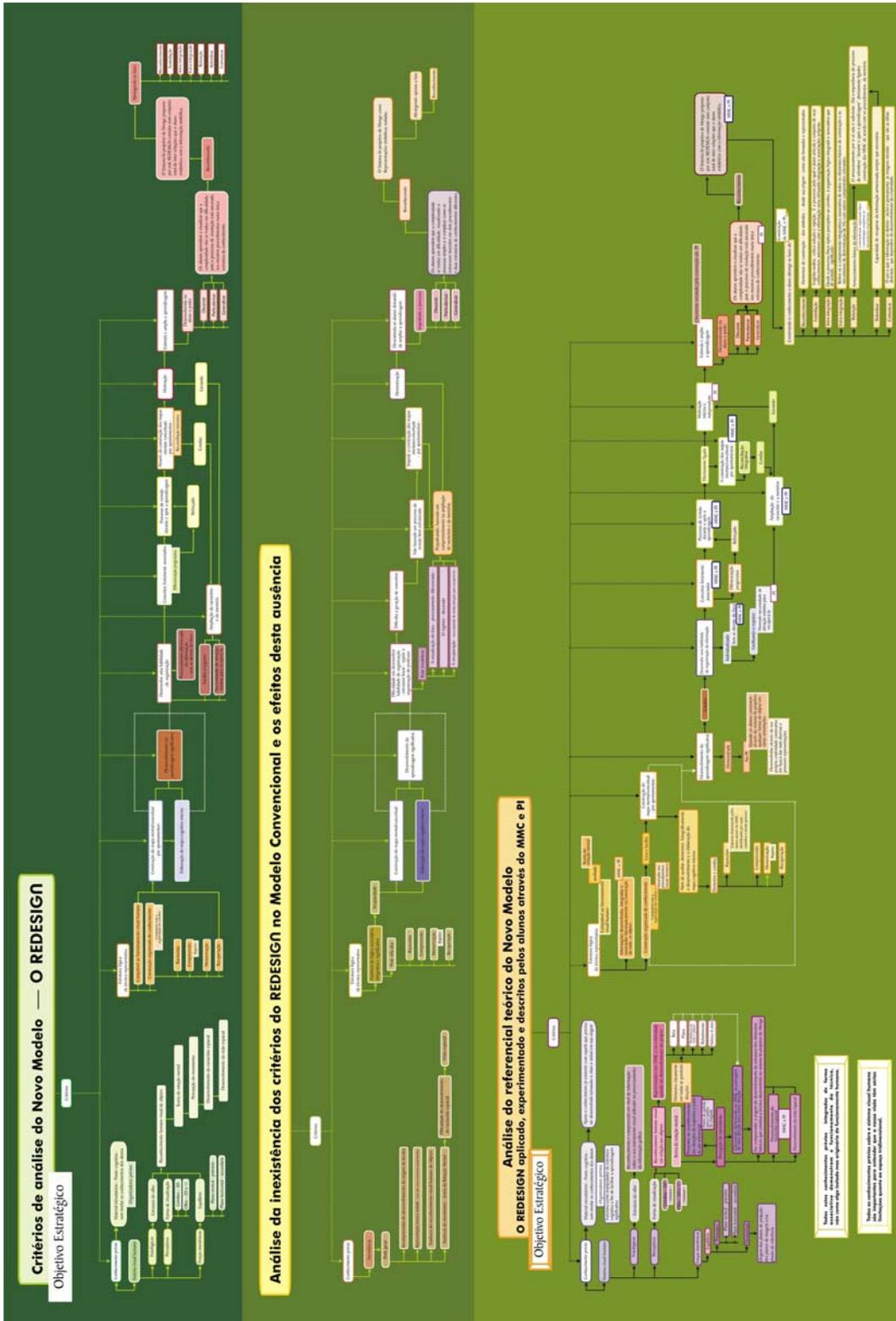
No MAHIMMC, são observados os graus hierárquicos de construção a partir da construção geral humana de visualização. Por outro lado, não há uma hierarquia de níveis de importância de valores, como o demonstrado através da ferramenta de análise multicriterial, por exemplo: MACBEHT e AHP. Nesse novo processo de avaliação todas as informações são importantes para o desenvolvimento da

técnica, inclusive no desenvolvimento da técnica propriamente dita, na qual os elementos básicos e os mecanismos de determinação de verdadeira grandeza obedecem ao mesmo grau de importância. Desta forma, cada informação cumpre a sua função dentro do contexto, num determinado momento da hierarquia construtiva.

Por esse motivo, as duas ferramentas de multicritério, tanto a AHP quanto a MACBETH não contemplariam na íntegra a análise deste trabalho, necessitando sofrer uma diferenciação de procedimentos.

Em resumo, a análise hierárquica integrativa através dos mapas/mentais conceituais mostra a importância dos conteúdos estruturados através de suas relações: hierárquica, organizacional e metodológica necessárias à construção do conhecimento de forma fotográfica. Mostra, portanto, na prática o conteúdo informacional fotograficamente através de uma imagem bidimensional, que quando construída no cérebro de forma global, tem todo um caráter tridimensional.

6.3 Mapeamentos dos critérios analisados – CD-Rom em anexo.



6.4 Descrição da análise do mapeamento dos critérios do Novo Redesign, aplicado e experimentado pelos alunos, comparados com a estrutura do Modelo Convencional.

Nesta etapa de construção dos critérios de análise através dos mapas mentais/conceituais, focalizam-se em primeiro lugar **os conhecimentos prévios**, ‘existentes na estrutura redesenhada’ sobre o sistema visual humano, que funcionam como material introdutório ou ponte cognitiva entre o que o aluno conhece e o que ele precisa conhecer no desenvolvimento da técnica representativa sobre o sistema bi-projetivo de Monge, tornando-o claro e visível em sua origem. Contudo, sem nivelar os conhecimentos de forma linear, mas sim como um organizador prévio que funciona como manipulador da estrutura cognitiva do aluno, a fim de facilitar a aprendizagem significativa.

Os conhecimentos prévios envolvem os aspectos fisiológicos, perceptivos e as forças sinestésicas, como ancoradouro da técnica representativa sobre o sistema bi-projetivo de Monge, em busca da fase de reconhecimento dos elementos básicos de construção e dos mecanismos de determinação de verdadeira grandeza de forma associativa e integrativa em direção à construção simplificada do objeto que é a base de construção de objetos complexos.

Os aspectos fisiológicos nos mostram a ‘estrutura do olho capaz de formar uma imagem’. Os processos perceptivos nos fazem compreender que o olho humano produz uma imagem em ‘duas dimensões e meia’; e que o cérebro é responsável pela construção da visão ‘tridimensional’. Essa visão tridimensional é um processo mental.

Exemplificando esta afirmação temos o relato no MMC do aluno S. através do qual o mesmo nos diz que é importante entender que nossa visão tem sérias limitações

quanto ao espaço tridimensional, reforçando a idéia de que é importante entender o conhecimento sobre o sistema visual humano.

Quanto ao reconhecimento humano da forma dos objetos, a utilização da teoria da rotação mental segundo um referencial, produz o 'movimento', sendo comprovado este movimento, através da percepção. E é esta percepção do movimento da trajetória do pensamento que nos faz compreender a origem e a estrutura dos elementos básicos que constitui a técnica representativa sobre o sistema bi-projetivo de Monge, proporcionando com isto, o desenvolvimento raciocínio espacial. E é este raciocínio através da trajetória, que nos possibilita o desenvolvimento da visão espacial. Comprovados claramente na prática pelos alunos quando da passagem de uma direção para a outra, tanto da direção de reta quanto da direção do plano, pertinência, e, quando utilizamos os mecanismos de determinação de VG: rebatimento e mudança de plano, quando nos movimentamos – descritos em seus mapas mentais/conceituais e projeto individuais.

Este *Redesign* demonstra ainda que das forças sinestésicas é que provem o equilíbrio humano, e a origem dos planos de projeção, de imagem: vertical (primário – porque é a primeira imagem que vemos e nos possibilita a percepção da altura e largura) e horizontal (secundário – que é a segunda imagem necessária na busca da profundidade), representados como planos de referência, os quais, será representada, toda e qualquer imagem através da técnica representativa desenvolvida pelo sistema bi-projetivo de Monge. Servindo, este plano de referência no entanto, como eixo organizador da forma.

Estes aspectos de conhecimentos desenvolvidos previamente à técnica sobre o sistema bi-projetivo de Monge funcionam como um organizador prévio, dando um significado ao que está sendo informado e posteriormente conhecido; conduzindo a uma diferenciação progressiva e a uma reconciliação integrativa, levando ao pressuposto da hierarquização – hierarquias conceituais – estruturas de conhecimento técnico, não isolados, mas com base nos procedimentos humanos.

Ao confrontar estes procedimentos prévios é possível constatar que a inexistência destes conhecimentos prévios no modelo convencional pode gerar:

- Incompreensão do desenvolvimento da origem da técnica;
- Representação técnica, isolada – sem elo com a estrutura visual humana – que é quem visualiza;
- Ausência de reconhecimento humano em relação aos objetos;
- Ausência da percepção do movimento em relação aos elementos básicos de construção e posteriormente em relação à construção dos objetos, dificultando o desenvolvimento do raciocínio e visão espacial.

A inexistência destes critérios de análise no modelo convencional e a ineficácia desse método foram detectados por meio de conhecimento de base empírica ao longo da trajetória como docente há cerca de 15 anos.

Comprovadamente através dos critérios de análise deste *Redesign* é possível perceber o quanto a ausência destes fatores podem gerar conseqüências que não favorecem o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. Porque esse referencial teórico convencional da forma como é organizado não promove a diferenciação progressiva com base em conhecimentos prévios, nem favorecem o desenvolvimento da reconciliação integrativa, dificultando dessa forma a formação de conceitos sobre o sistema bi-projetivo de Monge que são desenvolvidos, elaborados e diferenciados em decorrência de sucessivas interações, ancoradas sempre nos conhecimentos prévios.

Em segundo lugar, buscou-se analisar a **estrutura lógica da técnica representativa** redesenhada (*Redesign*) na qual os elementos básicos de construção dos objetos estão integrados de forma construtiva e integrativa, projetados nos planos de projeção e ancorados pelas forças sinestésicas humanas.

A estrutura lógica aplicada a este modelo foi desenvolvida e estruturada de forma compatível com os procedimentos do funcionamento visual humano, através da

teoria da rotação mental, segundo um referencial no qual se faz desenvolver uma construção organizada de forma hierárquica do conhecimento, compatível com a organização do cérebro. Essa construção organizada do conhecimento sobre o sistema bi-projetivo de Monge, ancorada em procedimentos visuais humanos, através da teoria da rotação mental e, reforçada pela **construção do mapa mental/conceitual por apontamentos**, além de auxiliar na organização da informação demonstra-a fotograficamente, facilitando com isto a elaboração do mapa cognitivo interno. E, assim, conduzindo a percepção de uma trajetória no desenvolvimento do raciocínio, facilitando com isto a compreensão, memorização (registro) e a recuperação das informações. Esta construção organizada do conhecimento auxiliada a construção do mapa mental por apontamentos, baseada em conhecimentos prévios leva e proporciona ao **desenvolvimento de uma aprendizagem significativa**. Demonstrados quando da construção dos MMC do *Redesign*, dos MMC dos alunos e projetos individuais, onde os mesmos constroem através de conhecimentos sobre o sistema bi-projetivo qualquer forma de objeto na orientação ou direção mais complexa, desenvolvidos através de sua própria criatividade construtiva.

A ausência no modelo convencional desta estrutura lógica organizada de forma associativa, integrativa e significativa, compatível ao funcionamento humano pode gerar ainda dificuldades:

- de visualização da trajetória do raciocínio, impedindo seu desenvolvimento;
- de compreensão;
- de memorização (registro) e;
- de recuperação da informação.

Proporcionando com isto:

- incapacidade de construção do mapa mental/conceitual por apontamentos;
- ausência de elaboração do seu mapa cognitivo interno;

- Impossibilidade do desenvolvimento da aprendizagem significativa.

Por sua vez, o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa possibilita o **desenvolvimento da habilidade de organização**, conduzindo a um processamento individualizado e diferenciado da informação, sem se desviar do foco; facilitando o registro da informação; necessitando de ativação mínima, para recuperá-la. Demonstrados pelo MMC do *Redesign* desenvolvido por este trabalho, em nível de estruturação organizacional, contextual e metodológica, e evidenciados nos MMC dos alunos descritos e mapeados fotograficamente e projetos individuais desenvolvidos por caminhos diferenciados, porém focados num mesmo objetivo comum: a construção organizada do conhecimento sobre o sistema bi-projetivo de Monge em busca do desenvolvimento do raciocínio e visão espacial compatíveis à organização cerebral visual humana.

Além disso, essa habilidade de organização desenvolvida pelos alunos baseada em procedimentos visuais humanos produz **conceitos fortemente associados** através da diferenciação progressiva e, quando, reforçados por um **processo de revisão durante e após a aprendizagem**, diretamente ligados à **construção dos mapas mentais/conceituais por apontamentos**, levam a uma reconciliação integrativa e conduz a uma **ampliação do raciocínio e da memória**, gerando **motivação interna e independente**. Esta motivação interna e independente se constata, na prática, pela percepção e visualização de imagens desenvolvidas pelos projetos dos alunos de forma totalmente independentes, com total autonomia de raciocínio e motivação para tal desenvoltura. Os alunos demonstram com isto, facilidade na geração de conceitos e no desenvolvimento da habilidade de projetar.

Ao repetir a organização do professor, a estrutura linear do modelo convencional pode dificultar o aluno a desenvolver a habilidade de organização individualizada, impossibilitando um processamento diferenciado da informação, impedindo, portanto, visualizar e perceber o foco da estrutura do conhecimento sobre o

sistema bi-projetivo de Monge. Com isto, o registro da informação é feito de forma decorada, sem a existência da diferenciação progressiva impedindo a reconciliação integrativa, necessitando, portanto, de muita ativação para recuperá-la, já que nosso cérebro é incapaz de memorizar um grande número de informações de uma só vez. Repetir a organização do professor de forma linear dificulta ainda no aluno a geração de conceitos. E não havendo um processo de revisão bem estruturado impede a construção dos mapas mentais/conceituais por apontamentos, havendo dessa forma, também um comprometimento no desenvolvimento do raciocínio, da compreensão e da memória, o que pode gerar desmotivação e incapacidade no desenvolvimento da habilidade de projetar.

Ao contrário, a **motivação interna e independente** desenvolvida pelo *Redesign* **estimula e amplia a aprendizagem**, possibilitando ao aluno o poder de discernir, de particularizar e de generalizar. Ensina-os a perceber que a complexidade não se traduz em dificuldades. Constatações estas, percebidas nos projetos apresentados pelos alunos, os quais percebem que os processos de resolução de problemas, sejam eles, simples ou complexos, estão ancorados nos mesmos procedimentos básicos, numa única estrutura de conhecimento.

Por fim, os alunos reconhecem que o sistema bi-projetivo de Monge proposto por este *Redesign* consiste num **conjunto total de inter-relações** que o aluno estabelece com a **informação simbólica**, abrangendo as fases de:

- **Reconhecimento:**
 - Dos elementos de construção – dos símbolos – desde sua origem – como são formados e representados.
- **Assimilação:**
 - Engloba análise, crítica, seleção e rejeição. É o processo pelo qual o aluno articula as informações novas à conjunto de informações e conhecimentos anteriores, efetuando integração e associações próprias.
- **Intra-integração:**

- Refere-se a conhecimentos, desde o processo físico-óptico-perceptivo ao cérebro – a organização lógica integrada e associativa que dê sentido – significado.
- **Extra-integração:**
 - Refere-se à compreensão integrativa e associativa de todos os elementos básicos de construção e dos mecanismos de determinação de verdadeira grandeza com outros componentes relevantes, estendendo esta integração a qualquer outro tipo de aplicação.
- **Retenção:**
 - Armazenamento básico da informação. O armazenamento por si só não é suficiente. É necessário, portanto, uma contextualização bem elaborada, uma organização da informação bem estruturada e uma metodologia bem adequada, compatíveis com o funcionamento visual humano.
- **Relembrar:**
 - Capacidade de recuperação da memória sempre que necessário. Daí a importância de se utilizar processos de retenção adequados aos procedimentos cerebrais humanos – o processo de “relembrar durante e após a aprendizagem”, diretamente ao processo de construção dos MMC de acordo com os procedimentos da memória.
- **Comunicar:**
 - O uso a que a informação se destina. Inclui o pensamento – as imagens mentais – que são as idéias abstratas e que dependem fundamentalmente do desenvolvimento do raciocínio espacial que ancora o desenvolvimento da visão espacial em busca do desenvolvimento da habilidade e da potencialidade de ser criativo.

Esses elementos constituem o *Redesign* sobre o Sistema bi-projetivo de Monge e condicionam o aluno ao desenvolvimento dessas etapas de forma espontânea, natural e singular.

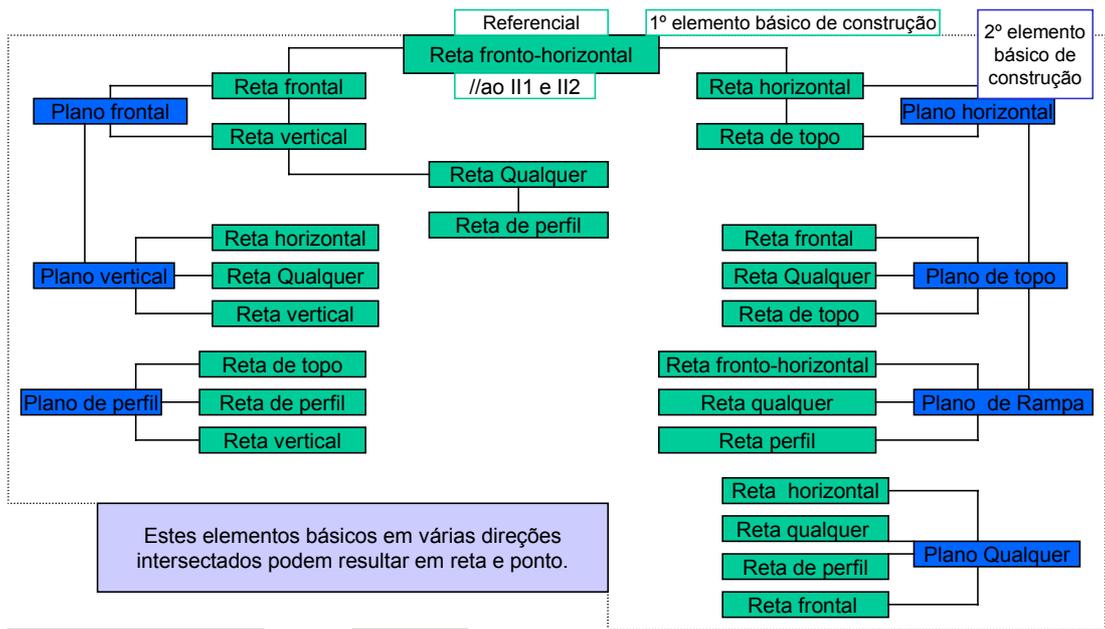
Por sua vez, a falta destas fases mencionada acima, não abordados pelo modelo convencional, acreditamos que possa desestimular os alunos, podendo causar desmotivação interna e deixar de ampliar a aprendizagem, pois não promove a aprendizagem significativa, impedindo o processo de discernir, particularizar e generalizar. Além disso, aprendem que a complexidade se traduz sim em dificuldades, visualizando o processo simples e o complexo como dois procedimentos e duas estruturas de conhecimento diferentes. Reconhecendo o Sistema bi-projetivo de Monge como representações simbólicas isoladas abrangendo apenas a fase de reconhecimento isolado, independente; que comparado à linguagem escrita – apenas o reconhecimento das letras do alfabeto: a, b, c, d, e etc., sem saber, o que fazer com elas e o que representam na construção das palavras, de uma frase e de seu significado dentro de um determinado contexto.

6.5 Mapas mentais/conceituais e projetos individuais dos alunos

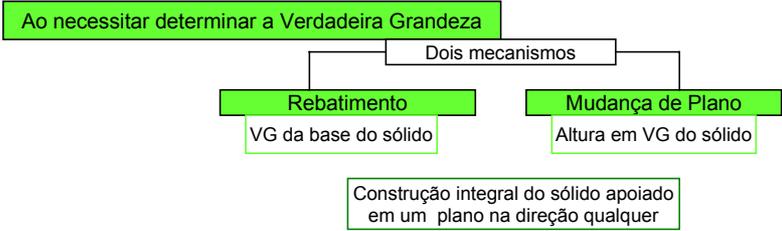
Mapa Mental/Conceitual sobre o referencial do Novo Modelo experimentado pelo aluno V.
da Cunha do Curso de Engenharia Sanitária 2002.2 Turma 140 A

Após os conhecimentos sobre o sistema visual humano passamos primeira etapa do processo de desenvolvimento do aprendizado da estrutura técnica representativa, serão trabalhadas as várias orientações de uma reta e da orientação e composição de um plano.

As análises serão feitas sobre o comportamento das direções de reta e plano em um diedro ortogonal e as representações são feitas através de um artifício que busca simplificar o entendimento integrados e demonstração através da épura.



Pertinência de um triângulo surge **Ponto**
3º elemento básico de construção



Acredito que a organização contextual e metodológica aplicada ao nosso aprendizado foi extremamente produtiva, pois ensinou o conteúdo sobre o sistema bi-projetivo de forma encadeada, desde o princípio, fazendo com que tivéssemos uma referência para a realização dos trabalhos, não sendo assim necessária uma "decoreba" e sim o desenvolvimento de uma estrutura de raciocínio compatível ao sistema visual humano.

Particularmente acredito que esta maneira de resolução possibilitou uma grande absorção do conteúdo.

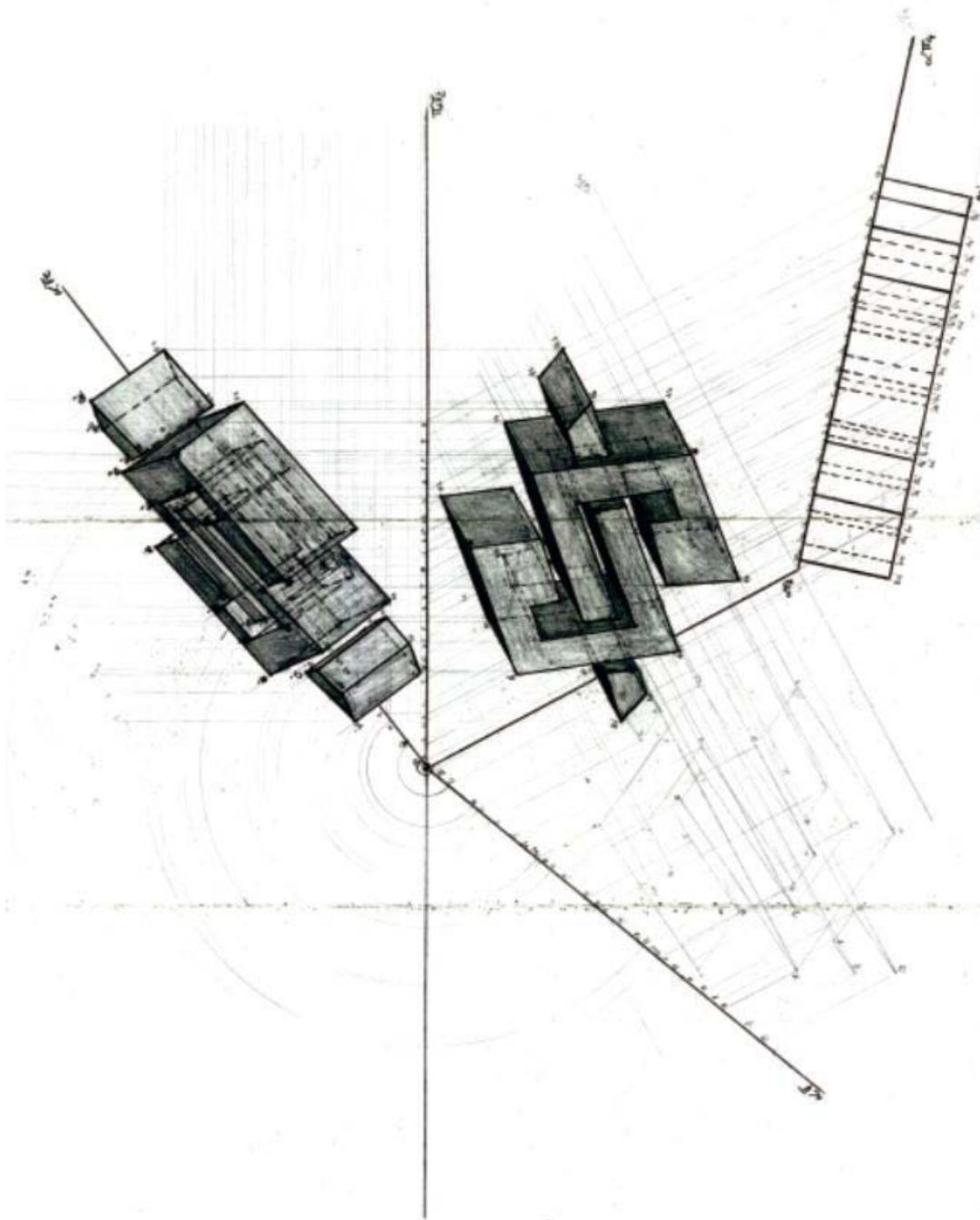


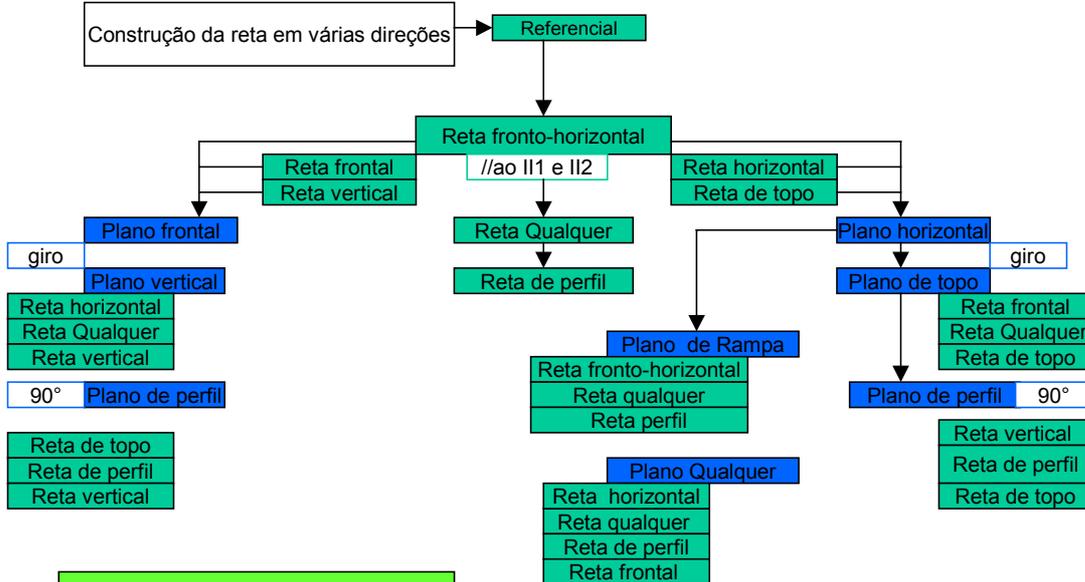
Figura 6.1: Projeto Símbolo gráfico do aluno V.

Mapa Mental/Conceitual sobre o referencial do Novo Modelo experimentado pelo aluno K.L.,
do Curso de Engenharia mecânica 2002.1 Turma 139A

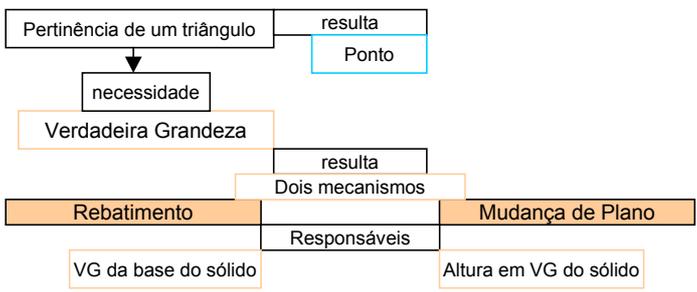
Para que haja uma aprendizagem mais permanente em nossa memória é necessário que antes de mais nada sejam nos dada condições de conhecermos como nossos olhos através da visualização bidimensional possa dar condições ao cérebro de forma organiza a construção da tridimensionalidade.

Para construirmos imagens através do sistema bi-projetivo de Monge respeitando as necessidades visuais humanas precisamos conhecer a origem dos elementos básicos organizados adequadamente para que possamos entender como os mesmos foram originados e atuam no processo de construção de objetos, sejam eles simples ou complexos

A estrutura do sistema bi-projetivo compõem-se de três elementos de construção: Reta, plano e ponto e de dois mecanismos de determinação de VG: Rebatimento e Mudança de Plano



Intersecção destes elementos básicos resulta em reta e ponto



Este método favorece a construção de objetos através da ampliação do raciocínio e visão espacial. Favorecendo ainda a recuperação imediata das informações em projetar objetos complexos

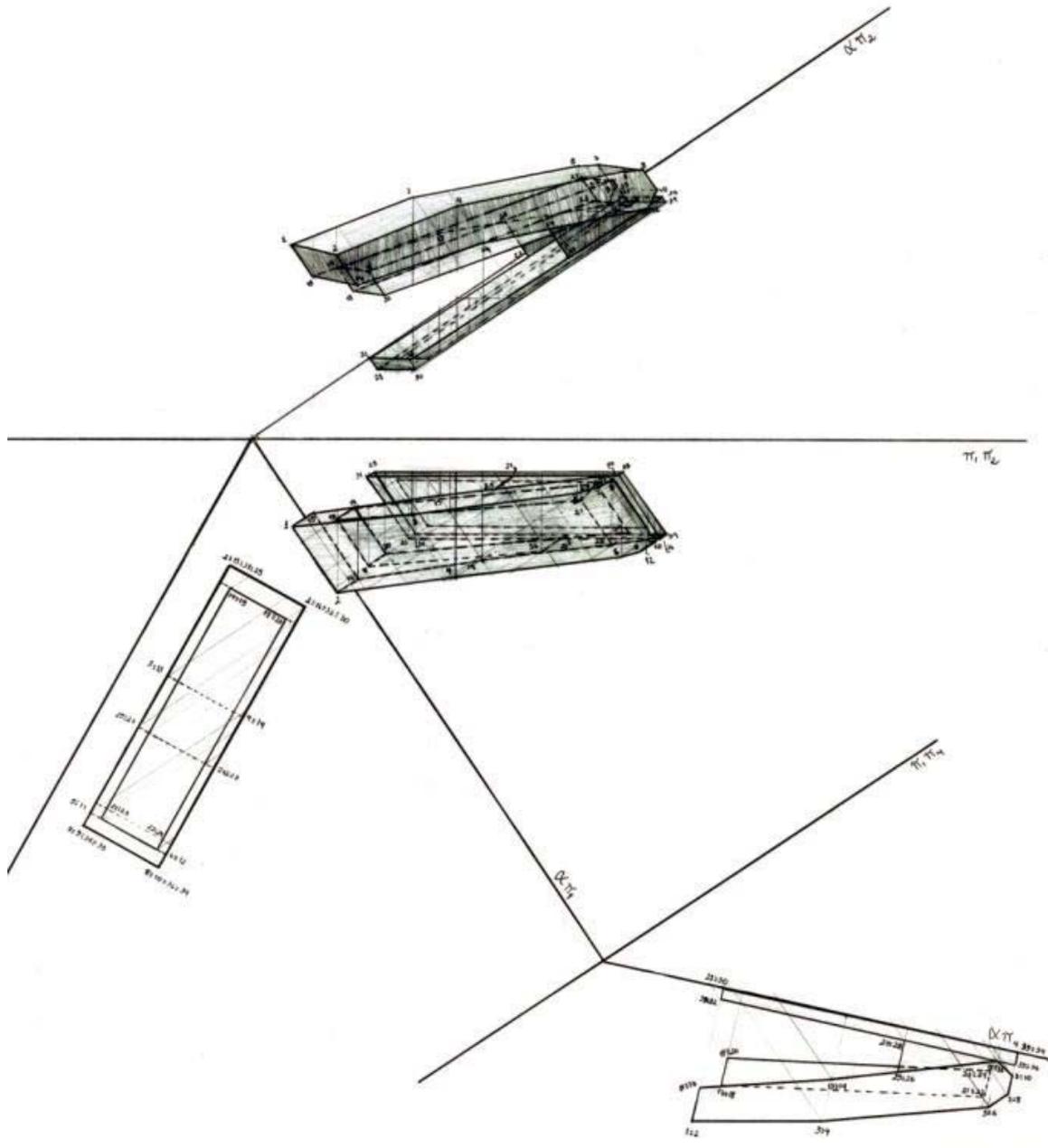
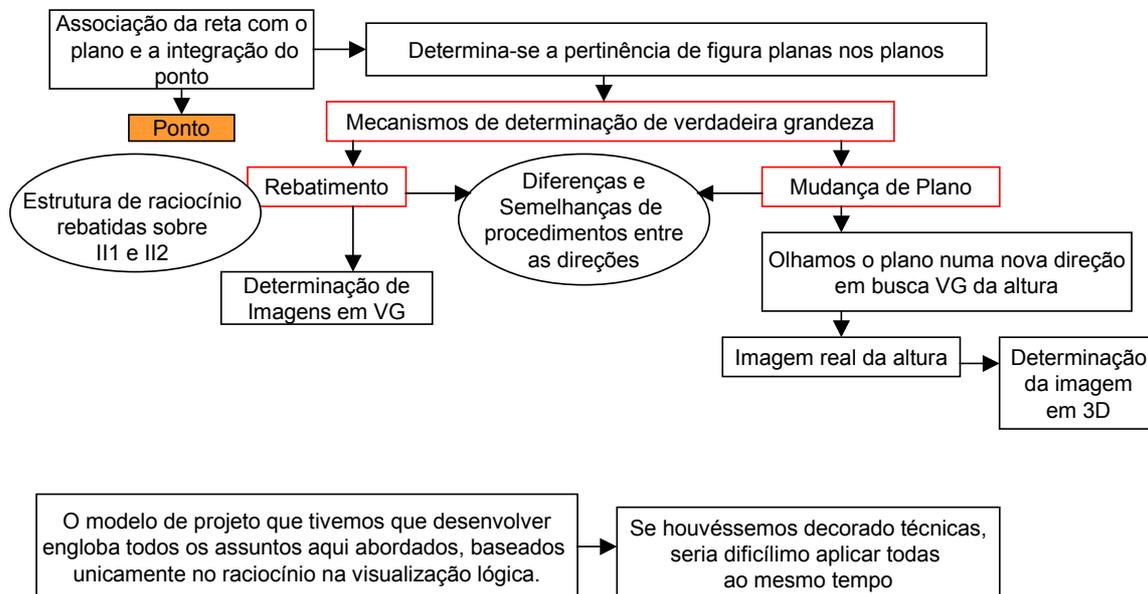
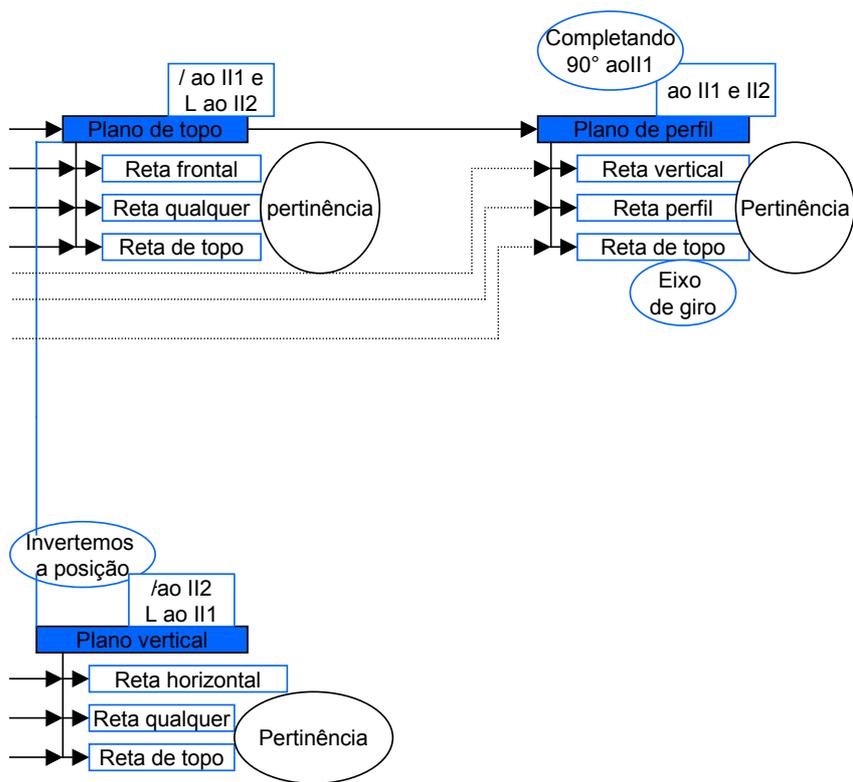


Figura 6.2: Projeto Grampeador do aluno KL



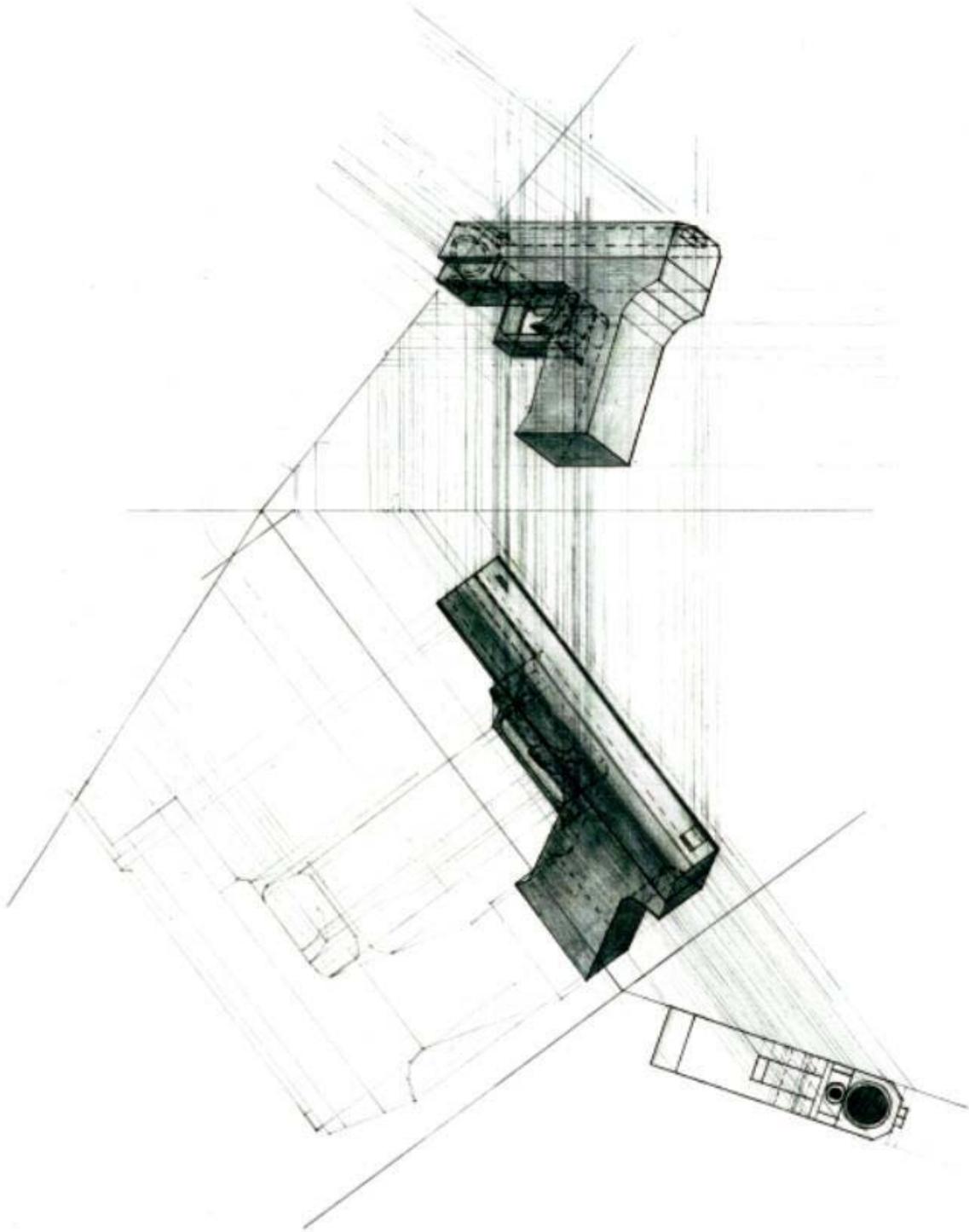
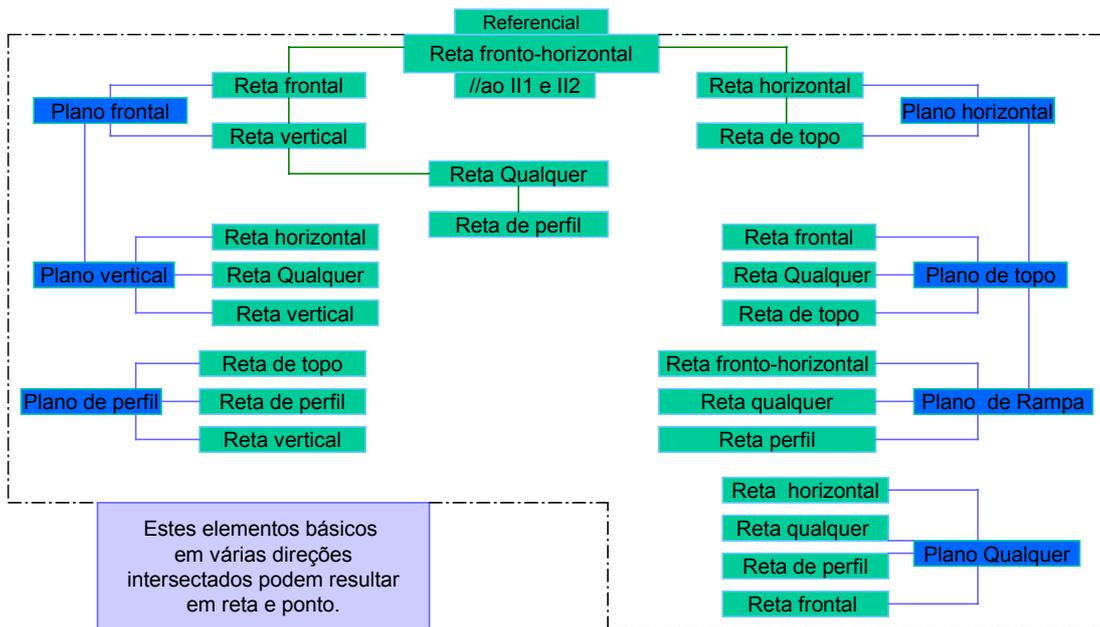


Figura 6.3: Projeto Pistola de Água do aluno R.T

Mapa Mental/Conceitual sobre o referencial do Novo Modelo experimentado pelo aluno R.A da Cunha do Curso de Engenharia Mecânica 2002.1 Turma 139 B

Conhecer como o sistema visual humano processa uma informação gráfica antes da técnica propriamente dita é como se nós direccionássemos o leme em busca das diversas direcções dos elementos básicos de construção que compõem a técnica sobre o sistema bi-projetivo de Monge

O conhecimento individualizado e automaticamente integrado através dos procedimentos utilizados por esta forma de ensino nós dá todo o sentido da representação técnica, pois associa a reta, o plano, o ponto e os dois mecanismos de verdadeira grandeza.

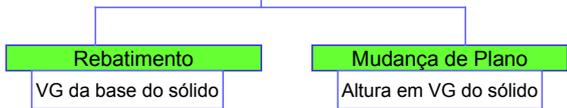


Estes elementos básicos em várias direcções intersectados podem resultar em reta e ponto.

Da integração de três pontos sustentados por três retas numa única direcção pertendente ao plano determina-se a pertinência de um triângulo no plano.

surge
Ponto

Necessitando utilizar mecanismos para determinar a Verdadeira Grandeza



Construção total do sólido apoiado em um plano na direcção qualquer que serve como base para qualquer forma de representação de objeto em qualquer direcção.

Esta metodologia não necessita decorar e muito menos ficar horas tentando entendê-la porque o seu entendimento é memorizado automaticamente por meio de um raciocínio lógico encadeado.

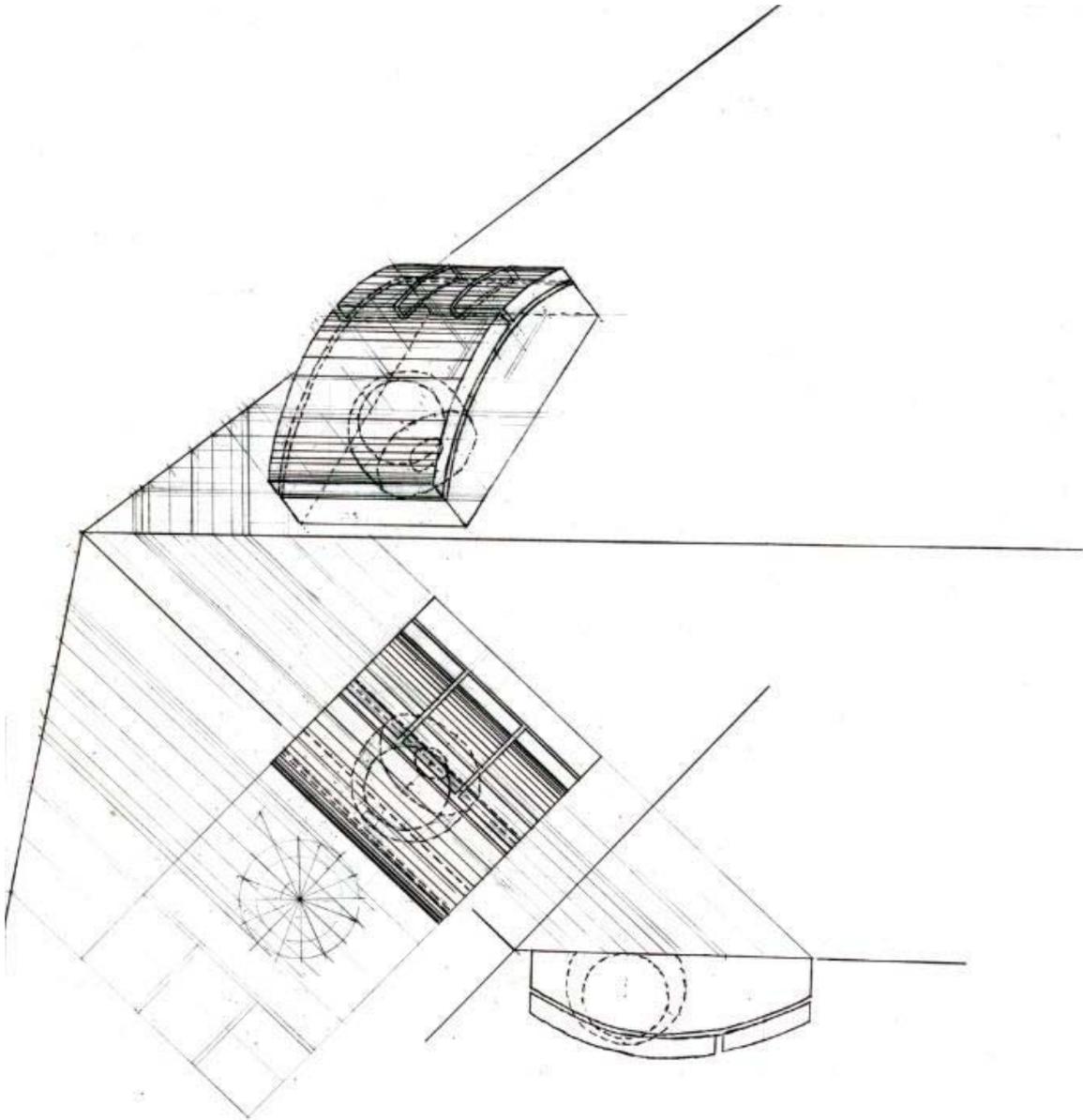
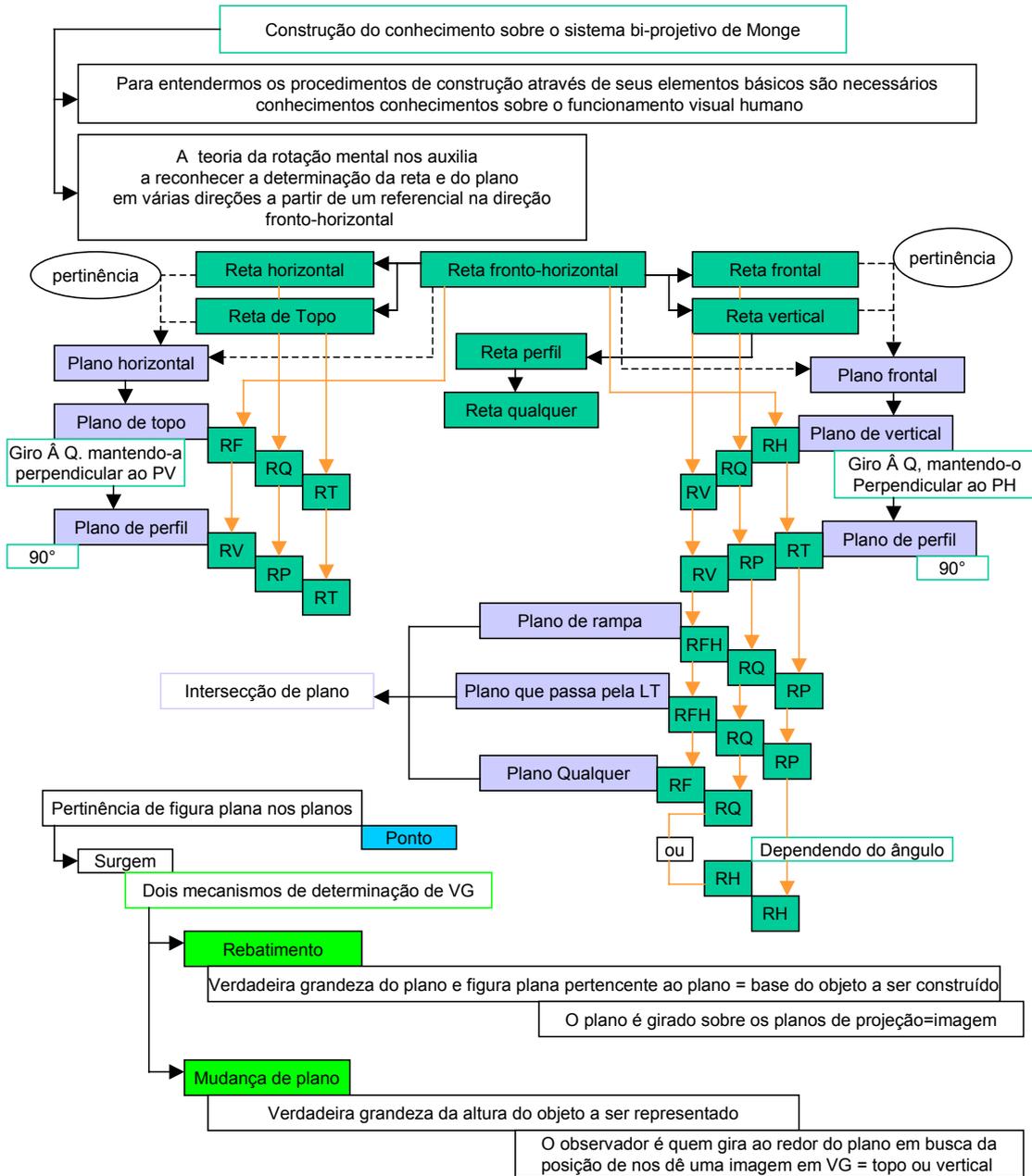


Figura 6.4: Projeto Mause do aluno RA

Mapa Mental/Conceitual sobre o referencial do novo modelo experimentado por F. do
Curso de Engenharia Mecânica 2002.1 turma 139 A



Com estas informações acabamos de construir na prática gráfica um simples objeto que serve como base a qualquer outra forma de construção de objetos em qualquer direção possível.

A partir deste momento, nos alunos construímos qualquer forma de objeto em qualquer direção pois o senso espacial foi desenvolvido através do raciocínio por meio da nossa própria forma humana visual de processamento da informação.

Acredito que as propostas por esta nova forma de ensino foram brilhantemente alcançadas. O sistema bi-projetivo pode ser compreendido com muita facilidade e não exigiu estudo extra-classe. Creio que o sucesso no aprendizado do aluno, se deve em relação ao espaço, representação e visão, dada logo no início dos estudos tendo como base esclarecimentos e informações sobre o sistema visual humano e explicações simples dos objetivos e procedimentos utilizados no conhecimento do sistema bi-projetivo de Monge. Em termos técnicos o aluno aprende e acabem tirando conclusões que são óbvias. Prova disto foi a maneira como se desenvolvem os assuntos subseqüentes. Como são todos intercalados sabe-se por dedução como captá-los, mesmo que sejam utilizados métodos um pouco diferentes dos apresentados.

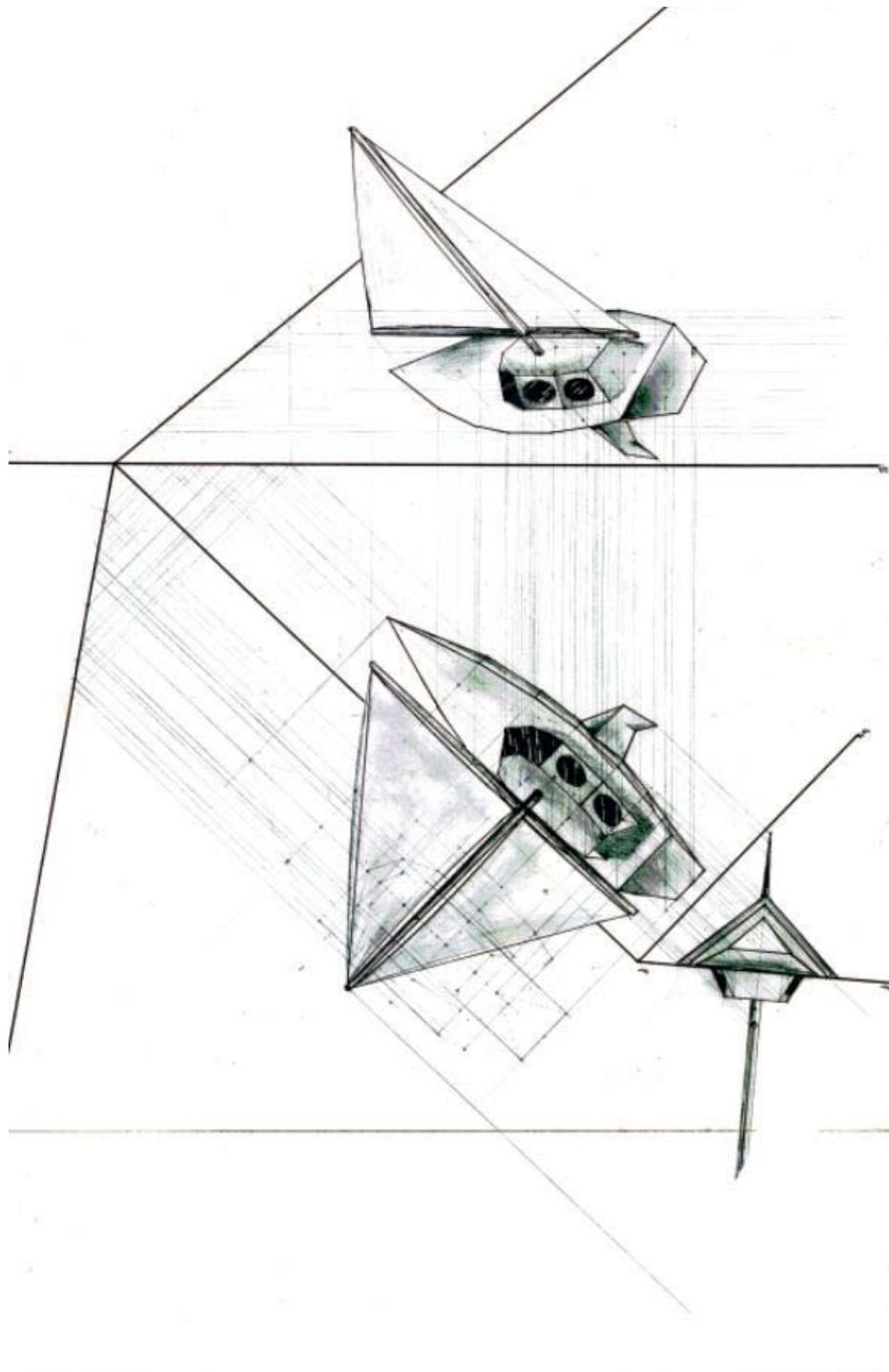
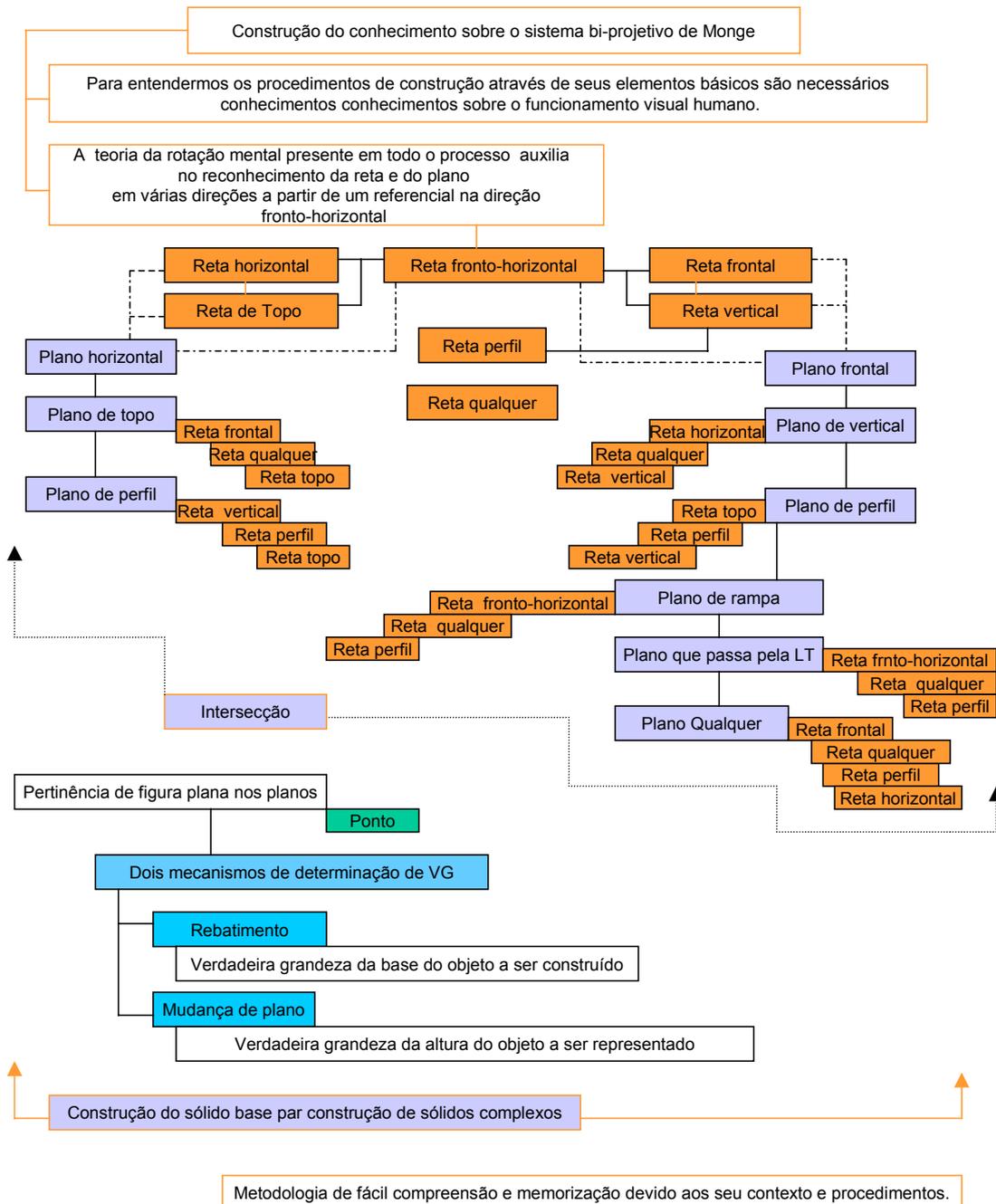


Figura 6.5: Projeto Barco à Vela do aluno F.

Mapa Mental/Conceitual sobre o referencial do novo modelo experimentado por K. Do Curso de Comunicação e Expressão Visual 2001.2



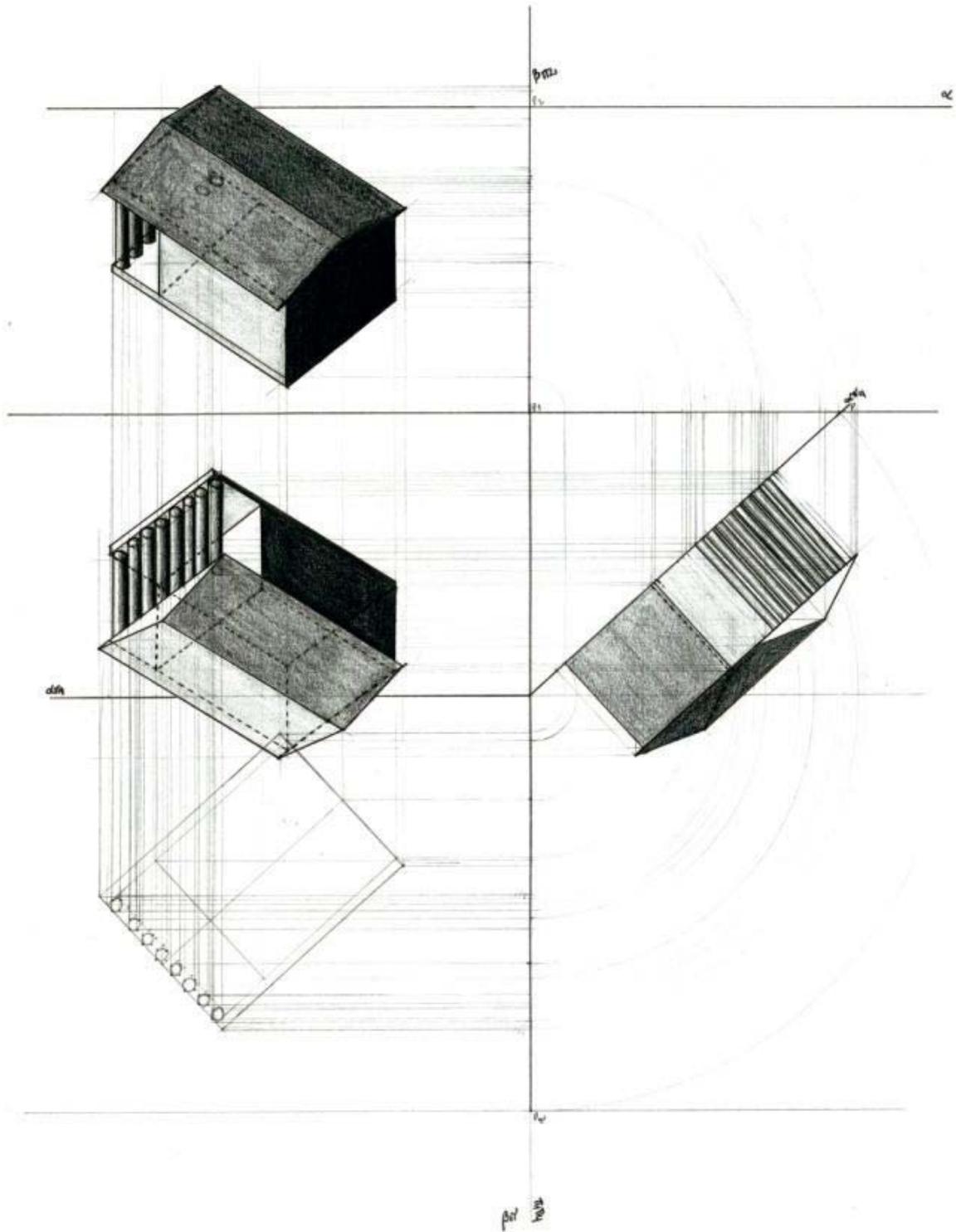


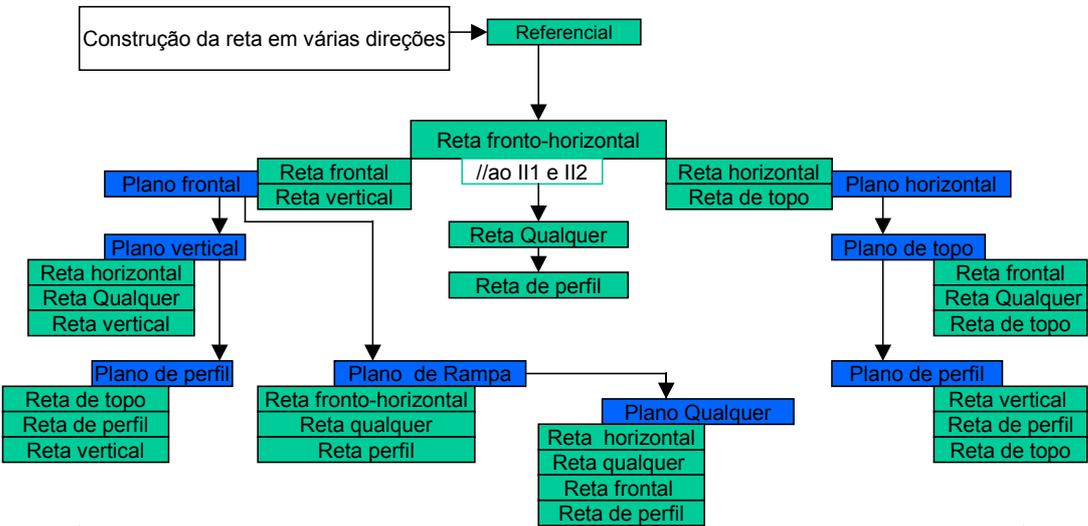
Figura 6.6 Projeto Casa da aluna K.

Mapa Mental/Conceitual sobre o referencial do Novo Modelo experimentado pela aluna K. Y.
 aluna do Curso de Matemática 2002.2 Turma 139A

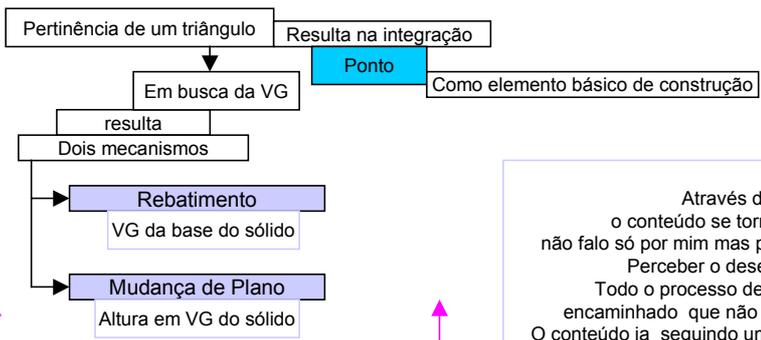
Ao procedermos a representação gráfica sobre o sistema bi-projetivo de acordo com os procedimentos visuais humanos percebemos que não estamos tentando aprender algo isolado, mas algo integrado e que dá origem a todo a representação técnica.

Para construirmos imagens sejam elas simples ou complexas precisamos entender Como os elementos básicos de construção são constituídos.

Os elementos básicos são: a reta, plano em várias direções e o ponto e futuramente durante o processo de construção do conhecimento com base na construção do objeto dois mecanismos de determinação de VG: Rebatimento e Mudança de Plano



Intersecção destes elementos básicos em várias direções dois a em reta e ponto e três planos em ponto pertencentes a eles.



Dando conclusão a construção do objeto simplificado que é a base estrutural do objeto complexo

Através deste método o conteúdo se tornou fácil de aprender; não falo só por mim mas pelo que eu pude conversar e Perceber o desempenho da turma. Todo o processo desde o início foi tão bem encaminhado que não foi preciso ficar estudando. O conteúdo ia seguindo uma lógica de raciocínio tão bem trabalhadas de forma integradas que não era preciso estudo contínuo do assunto após as explicações. O conteúdo parecia ser processado automaticamente.

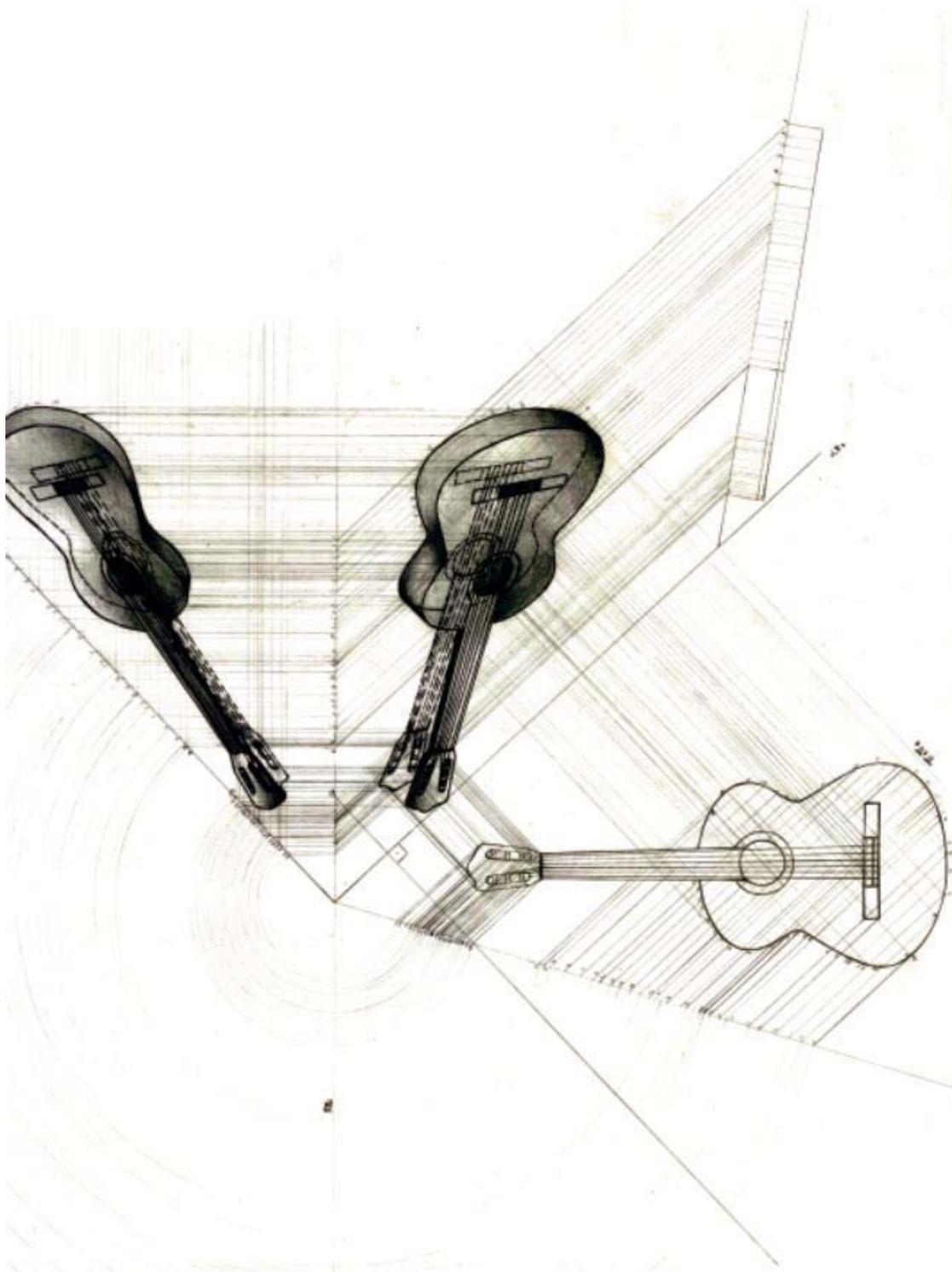


Figura 6.7 Projeto Violão da aluna KY

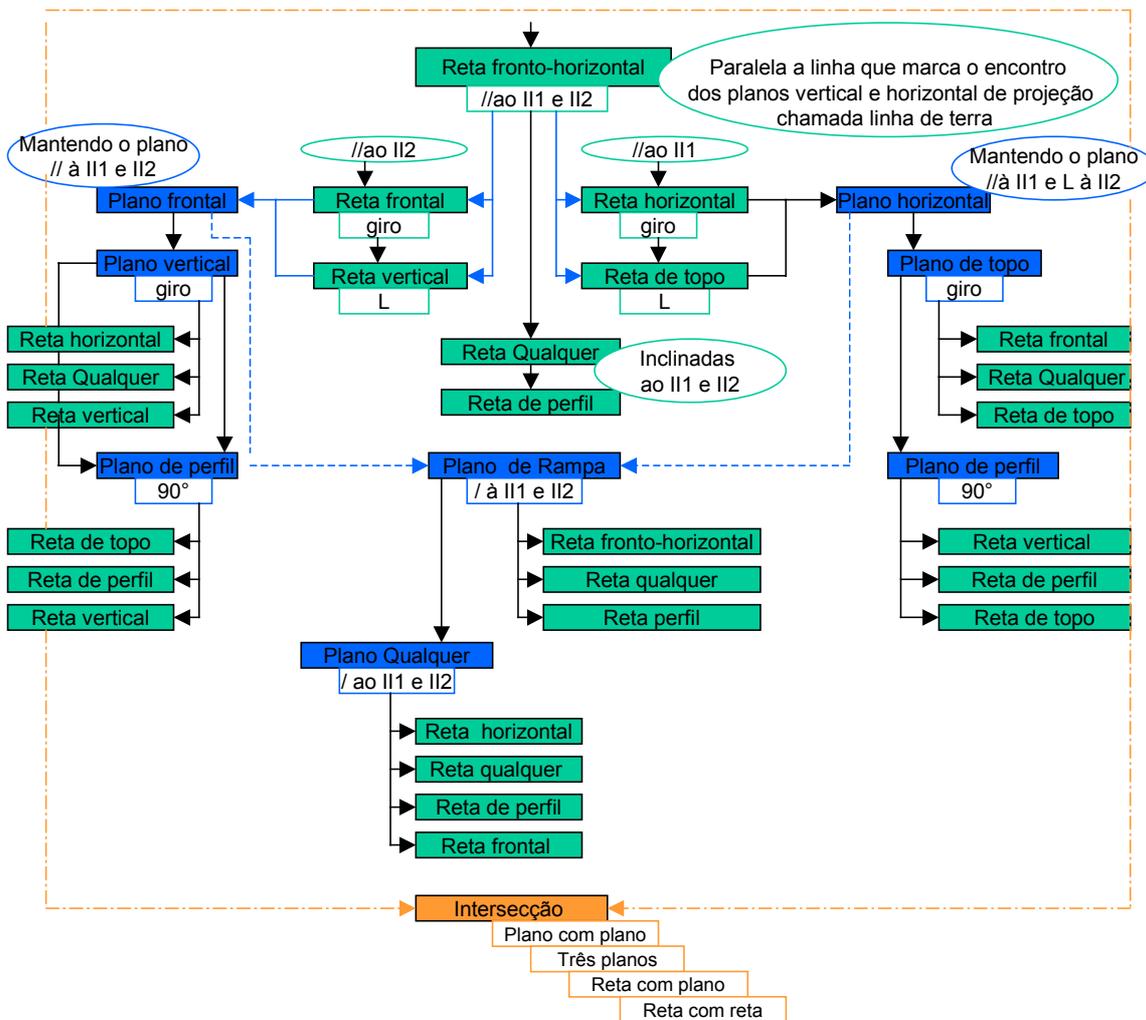
Mapa Mental/Conceitual sobre o referencial do Novo Modelo experimentado pelo aluno R.
do Curso de Engenharia mecânica 2002.2 Turma 139A

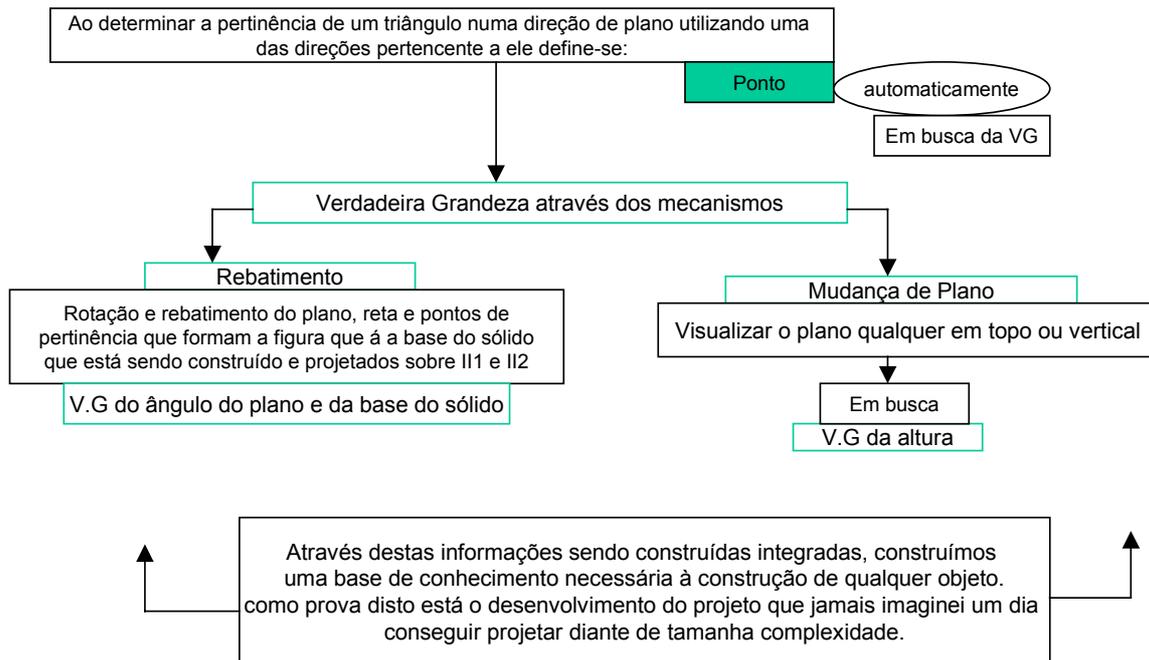
Para um aprendizado mais eficaz sobre o sistema bi-projetivo de Monge como técnica representativa é necessário que haja um ponto de partida do qual possamos, tendo-o como base, chegar a conhecer mais ao fundo o conteúdo

Isso aconteceu com explicações sobre o modo de visualização humana, que por enxergar em duas dimensões necessita de duas imagens bidimensionais para, cerebralmente, formar uma imagem tridimensional, explicando assim o porquê de começarmos os desenhos sempre pelas suas imagens para posteriormente, transformá-las em uma imagem tridimensional .

Assim também acontece no aprendizado dos elementos básicos de construção através do sistema bi-projetivo de Monge. Inicialmente a reta a partir de um referencial busca as novas direções . Destas direções surgem os planos, depois as pertinências e assim sucessivamente integrados até atingirmos a construção do objeto base que serve a construção de qualquer outro objeto independente da forma e direção.

Construção mental/conceitual da aprendizagem das direções da reta através de uma direção referencial:





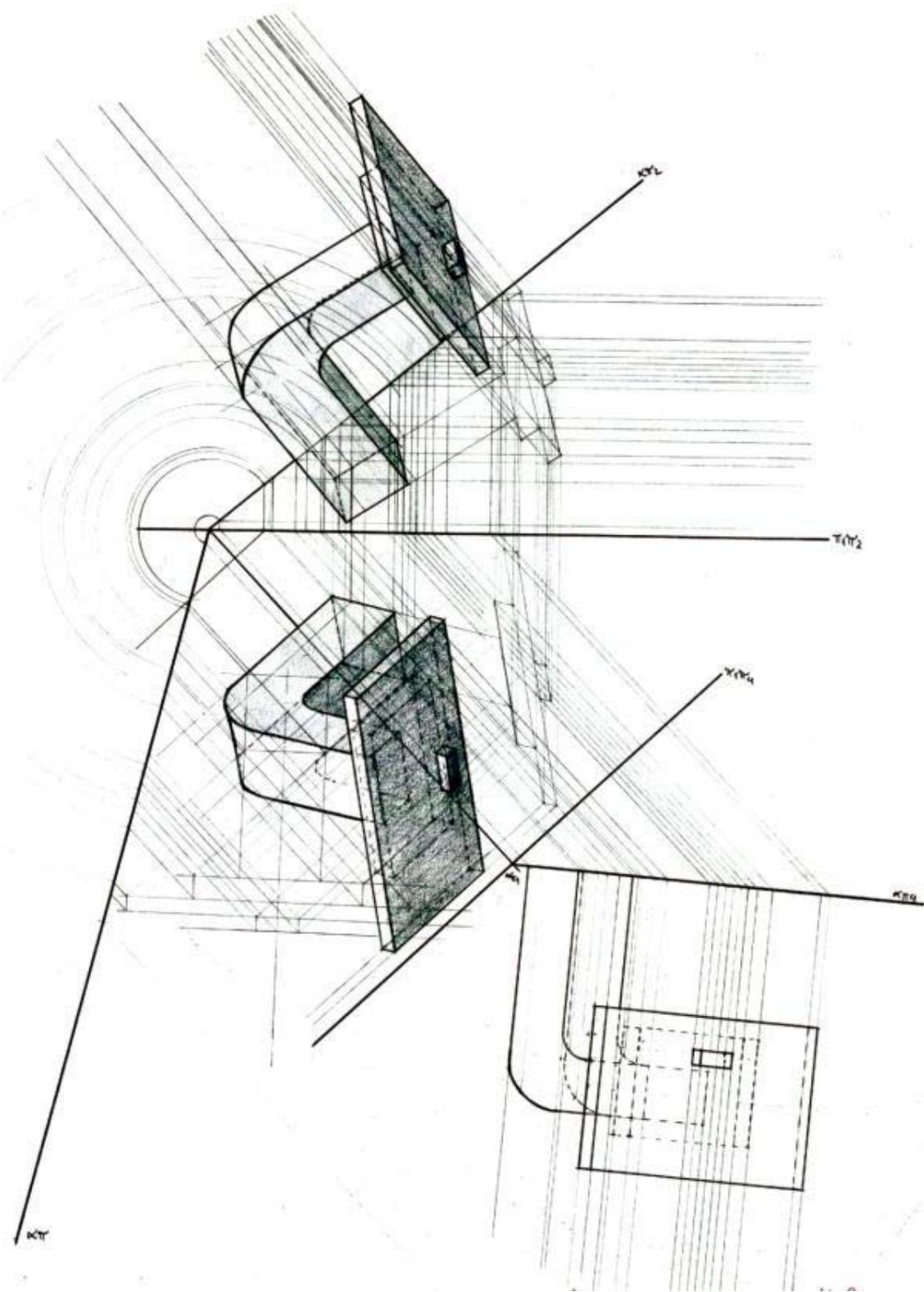
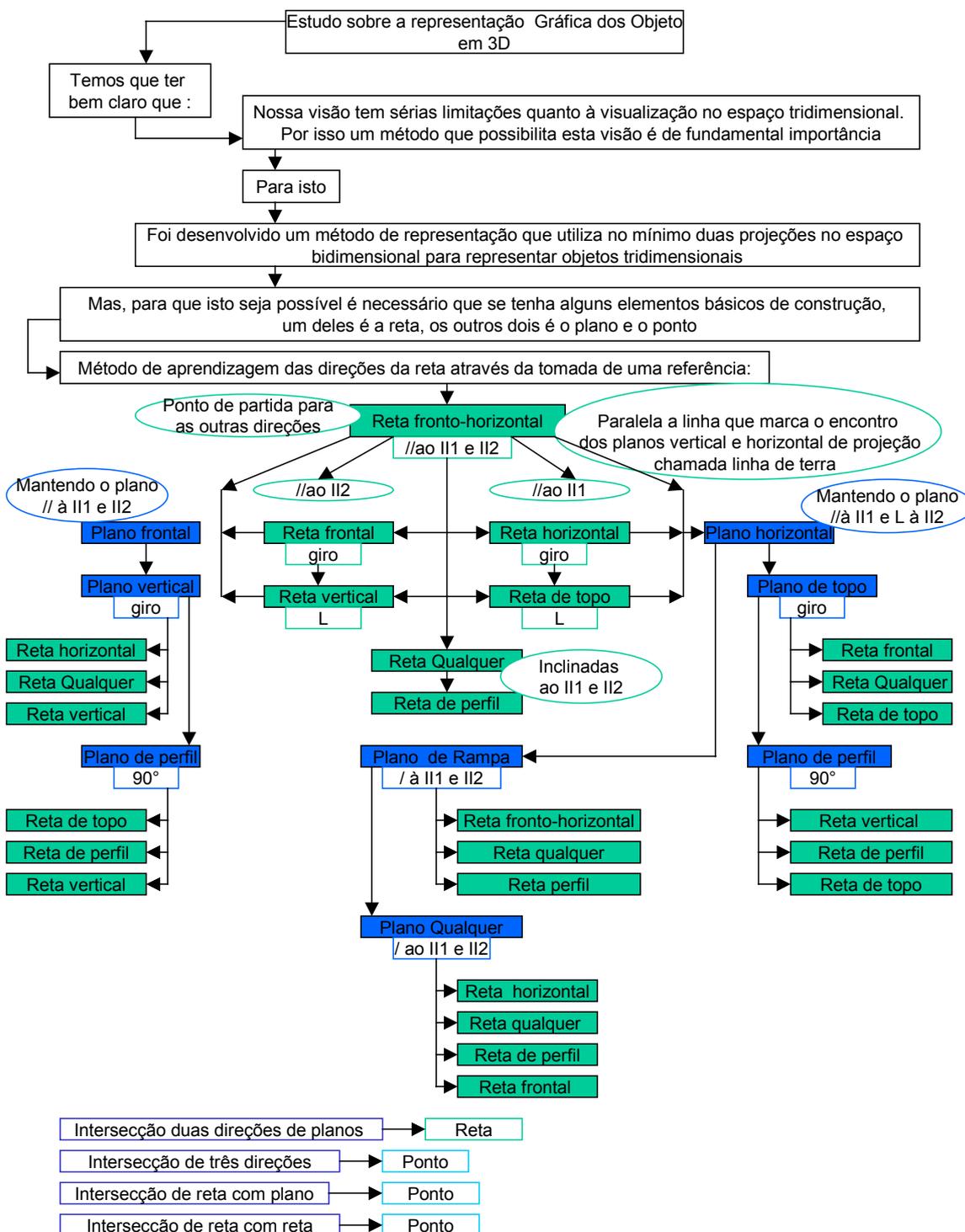
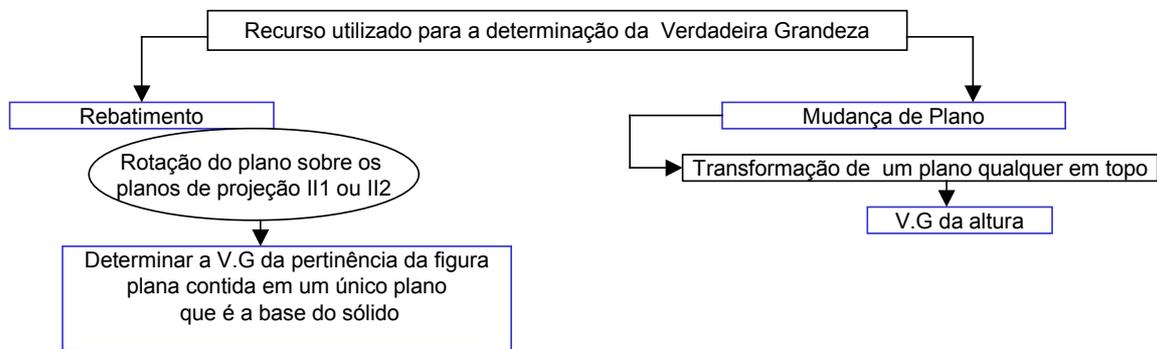


Figura 6.8 Projeto Tabela de Basquete do aluno R.

Mapa Mental/Conceitual sobre o referencial do Novo Modelo experimentado pelo aluno L. do Curso de Engenharia mecânica 2003.1 Turma 139A





Este é o ferramental básico à construção de qualquer objeto, pois já determinamos a sua base através da pertinência, a verdadeira grandeza da mesma através do rebatimento e criamos uma altura para o objeto através da mudança de plano, possibilitando que o mesmo seja compreendido em qualquer direção.

Para melhor compreensão truques devem ser utilizados como tracejados de linhas que não são vistas e o sombreamento. Estes elementos dão uma verossimilhança e melhor estética aos objetos projetados.

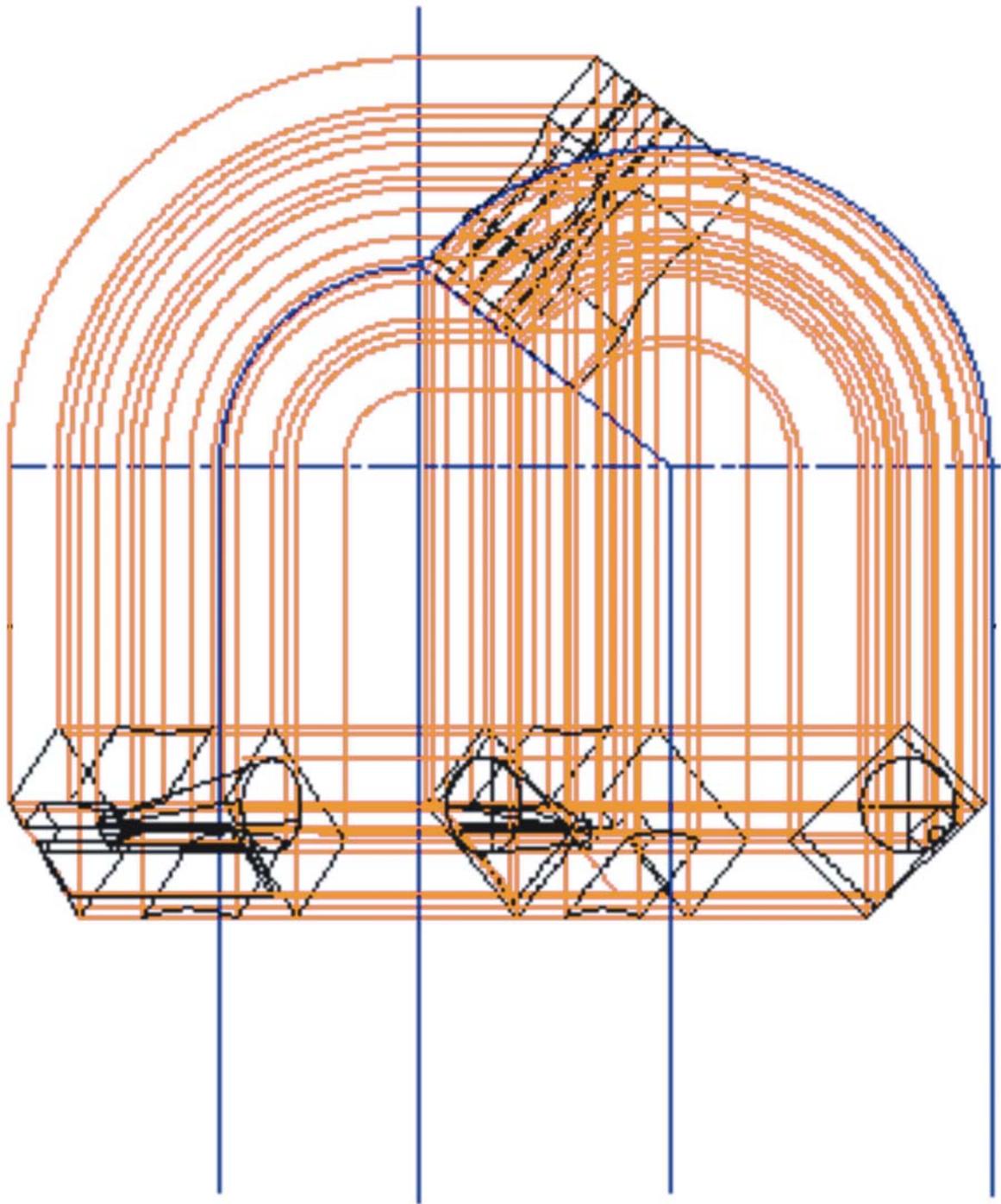


Figura 6.9 Projeto Apontador do aluno L.

CAPÍTULO 7. CONCLUSÕES, CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

7.1 Conclusões

Ao concluirmos este trabalho podemos perceber o quanto a contextualização, a organização da informação, os processos metodológicos e os processos de retenção da informação são importantes quando da transferência de uma informação técnica.

Ao mapearmos toda a estrutura redesenhada, percebemos que a técnica para ser entendida, compreendida, memorizada (registrada) e recuperada, necessita de uma estrutura maior de suportes prévios, didáticos e recursos de memorização, compatíveis com a nossa forma de funcionamento que auxilie todo o processo de ensino-aprendizagem, fundamentada no funcionamento da estrutura visual humana e que serve de alicerce ao arranjo seqüencial das tarefas, desencadeando desta forma, a aprendizagem significativa.

Neste sentido, podemos inferir que o *Redesign* desenvolvido através dos conhecimentos prévios que envolvem o sistema visual humano em relação aos aspectos fisiológicos, perceptivos e sinestésicos conjuntamente com a teoria da rotação mental, que auxilia no processo de reconhecimento visual humano de objetos, através da percepção do movimento, demonstram claramente que estes conhecimentos funcionam como idéia âncora, como material introdutório, como ponte cognitiva entre o que o aluno conhece e o que ele precisa conhecer, e como organizador da estrutura cognitiva e facilitador da aprendizagem significativa.

Assim, ao aplicarmos este *Redesign* os alunos percebem que a técnica representativa sobre o sistema bi-projetivo de Monge e as estratégias representativas específicas da técnica estão intimamente ou diretamente ligada ao

nosso sistema visual humano, fazendo com que os alunos compreendam a origem do desenvolvimento dos elementos básicos constituídos pela técnica representativa.

Os alunos compreendem também que todos os conhecimentos técnicos empregados no *Redesign* de forma associativa e integrativa demonstram o funcionamento da técnica, não como algo isolado, mas originário do funcionamento humano.

Além disso, constatamos que os alunos percebem que todos os conhecimentos prévios são importantes para entender que a nossa visão tem sérias limitações quanto ao espaço tridimensional. Como mencionado anteriormente, nossos olhos só conseguem visualizar em duas dimensões e que é nosso cérebro o responsável pela construção da tridimensionalidade. E ainda, para que os alunos possam compreender a estrutura do sistema bi-projetivo e atuarem na área de projeto gráfico, precisam desenvolver estas potencialidades, porque as mesmas não são desenvolvidas sem esforço, automaticamente.

Por sua vez, os alunos percebem que o conhecimento em profundidade dos processos perceptivos que regem as respostas aos estímulos visuais, intensifica o controle do significado, educando as estratégias compositivas, oferecendo critérios para controlar os rumos do conteúdo a ser conhecido e os rumos da estrutura lógica da técnica representativa, compatíveis ao funcionamento visual humano. Esta técnica representativa auxiliada pela teoria da rotação mental, que são procedimentos hierárquicos de informações visuais simbólicas, desenvolvem de forma integrada e associada à construção dos objetos.

A construção organizada do conhecimento através de uma estrutura lógica compatível a organização e ao funcionamento visual humano leva e facilita a construção do mapa mental/conceitual, fotografando externamente o desenvolvimento e a elaboração do mapa cognitivo interno. A construção destes

mapas demonstrado através do MMC por apontamentos dos alunos, os conduz à trajetória do pensamento individualizado da construção do conhecimento, sobre o sistema bi-projetivo de Monge, desenvolvendo, o raciocínio espacial, a compreensão e a memorização, facilitando com isto a recuperação da informação.

Esta construção organizada do conhecimento segundo a lógica baseada nos procedimentos visuais humanos aliada a construção do MMC por apontamentos dos alunos leva a aprendizagem significativa, pois além de desenvolver a habilidade da organização da informação de forma individualizada, facilita o seu registro, havendo necessidade de ativação mínima para recuperá-la.

Ao desenvolver a habilidade de organização os alunos percebem os conceitos fortemente associados levando a uma diferenciação progressiva. E quando reforçado por um processo de revisão durante e após a aprendizagem diretamente ligado a construção dos MMC por apontamentos leva a uma reconciliação integrativa que possibilita a ampliação do raciocínio e da memória gerando motivação interna independente, estimulando e ampliando a aprendizagem. Proporcionando, desta forma, ao aluno, o poder de discernir, particularizar e generalizar. Aprendem que a complexidade não se traduz em dificuldades, pois os procedimentos estão ancorados numa única estrutura de conhecimento.

Enfim, os alunos percebem que este **'Redesign das informações no processamento da imagem'** não restringe o potencial de variações e expressões criativas.

7.2 Considerações Finais

Quantos de nós vêem? Dondis (2000) nos diz de modo ostensivo, todos, menos os cegos.

Porém como compreender e memorizar o que conhecemos?

A resposta a essa pergunta encontra numa definição do alfabetismo visual como algo além do simples enxergar, como algo além da simples criação de mensagens visuais. 'O alfabetismo visual implica compreensão, e meios de ver e compartilhar significado a um certo nível de usabilidade'. A realização disso exige que se ultrapassem os poderes visuais inatos do organismo humano, além das capacidades intuitivas em nós programadas para a tomada de decisões numa base mais ou menos comum, e das preferências pessoais e dos gostos individuais (DONDIS, 2000, p. 227).

Uma pessoa culta, pode ser definida como aquela capaz de ler e escrever, mas sua definição pode ampliar-se passando a indicar uma pessoa instruída. No caso do alfabetismo visual também se pode fazer a mesma ampliação de significado. Além de oferecer um corpo de informações e experiências compartilhadas, o alfabetismo visual traz em si a promessa de uma compreensão profunda dessas informações e experiências. Quando nos damos conta dos inúmeros conceitos necessários para a conquista do alfabetismo visual, a complexidade da tarefa se torna muito evidente. Infelizmente não existe nenhum atalho que nos permita chegar, através da multiplicidade de definições e características do vocabulário visual, a um ponto que não ofereça quaisquer problemas de elucidação e controle. Há um grande número de formas simples, e os manuais estão cheios delas. Em geral tendem a ser unidimensionais, frágeis e limitadas e não representam a qualidade dos meios visuais, ou seja, seu ilimitado poder descritivo e sua infinita variedade. Existem poucas razões para nos queixarmos da complexidade da expressão visual quando nos damos conta do seu grande potencial e através do desenvolvimento de nossas habilidades através de técnicas representativas bem estruturadas e compatíveis com a forma humana de visualização, somos então capazes de valorizá-lo.

A linguagem oral e escrita não pode ser considerada análoga ao alfabetismo visual, já foi colocado inúmeras vezes, e por diferentes razões, porém pode ser

considerado um sistema paralelo ao da comunicação visual em alguns aspectos: no caso do processo de reconhecimento, assimilação, intra-integração, extra-integração, retenção, relembrar e comunicar, menciona neste *Redesign*. No entanto, não podemos copiar servilmente os métodos usados para ensinar a ler e escrever, mas podemos tomar conhecimento deles e aproveitá-los deles em relação aos aspectos citados. Ao aprender a ler e escrever, começamos sempre pelo nível elementar básico, memorizando o alfabeto. Esse método tem uma abordagem correspondente ao ensino do alfabetismo visual. Cada uma das unidades mais simples da informação visual, os elementos, deve ser explorada e aprendida sob todos os pontos de vista de suas qualidades e de seu caráter e potencial expressivo. Não há porque pretender que esse processo seja mais rápido que o aprendizado do abecedário. Uma vez que a informação visual é mais complexa, pois não depende apenas do processo de memorização, mas da compreensão do raciocínio espacial na busca do desenvolvimento da visão espacial e mais ampla em suas definições e de associações integrativas em seus significados, é natural que demore mais a ser aprendida. Não basta um longo período de envolvimento com os elementos visuais e exposição aos mesmos, para termos aprendido todo o alfabeto. É preciso que haja uma grande familiaridade com os elementos visuais. Precisamos conhecê-los! Em outras palavras, seu reconhecimento, sua compreensão e sua utilização, conforme nos diz Dondis (2000, p.228), “devem alçar níveis mais alto de conhecimento que os incorpore tanto na mente consciente quanto à inconsciente, para que o acesso a eles seja praticamente automático. Devem estar ali, mas não de modo forçado; devem ser percebidos, mas não soletrados, como acontece com os leitores principiantes”.

O mesmo método de exploração intensiva deve ser aplicado na fase compositiva de *input* ou *output* visual. A composição é basicamente influenciada pela diversidade das forças implícita nos fatores psicofisiológicos da percepção humana. São dados dos quais o comunicador visual pode depender. A consciência da substância visual é percebida não através da visão, mas através dos sentidos, e não produz segmentos isolados e individuais de informação, mas

sim unidades interativas integrais, totalidades que assimilamos diretamente e com grande velocidade, através da visão e da percepção. O processo leva ao conhecimento de como se dá a organização de uma imagem mental e a estruturação de uma composição, e de como isso funciona, uma vez tendo ocorrido (DONDIS, 2000).

Todo esse processo pode se aplicado a qualquer problema visual. Para chegar à interpretação de uma idéia dentro de uma composição, os critérios formulados pela psicologia da Gestalt, complementam a utilização das técnicas visuais. Tanto no caso de um esboço, quanto o de uma fotografia ou *design* de interiores, por exemplo, grande parte dos resultados finais está na manipulação dos elementos por parte do complexo mecanismo de técnicas visuais. A familiaridade alcança através do uso da observação e da técnica, dá livre curso à ampla gama de efeitos possibilitados por sua sutil gradação de uma polaridade à outra. A gama de opções é enorme, e as escolhas são múltiplas.

Os conjuntos compositivos, em conjunto com as escolhas de técnicas e sua relativa importância, constituem um vocabulário expressivo e que corresponde às disposições estruturais e às palavras, no caso do alfabetismo verbal. O aprofundamento das pesquisas e do conhecimento de ambos vai possibilitar que se abram novas portas a compreensão e ao controle dos meios visuais. Mas isso leva tempo. Precisamos examinar nossos métodos com mesmo rigor que aplicamos à linguagem ou à matemática, ou a qualquer sistema universalmente compartilhado e portador de significado (DONDIS, 2000, p.229).

De alguma forma, por algum motivo ou vários deles, o modo visual é visto como inteiramente fora do alcance e controle das pessoas sem talento, ou pelo contrário, como imediatamente – quando não instantaneamente – acessível. A suposta facilidade de expressão visual talvez esteja ligada à naturalidade do ato de ver, ou à natureza instantânea da câmera. Todo esse ponto de vista por certo se vê reforçado pela falta de uma metodologia que possibilite a conquista do

alfabetismo visual. Sejam quais forem suas fontes exatas, ambos os pressupostos são falsos e provavelmente responsável pela baixa qualidade do produto visual em tantos meios de expressão visual. Os educadores devem corresponder às expectativas de todos aqueles que precisam aumentar sua competência em termos de alfabetismo visual. Eles próprios precisam compreender que a expressão visual não é nem um passa tempo, nem uma força esotérica e mística de magia. Haveria, então, uma excelente oportunidade de introduzir um programa de estudos que considerasse instruídas as pessoas que não apenas dominassem a linguagem verbal, mas também a linguagem visual.

Uma metodologia é importante; imersão profunda nos elementos e nas técnicas é vital; um processo lento e gradativo é uma necessidade eminente. Essa abordagem pode abrir portas ao entendimento e ao controle dos meios visuais. Mas o caminho a percorrer é longo, e o processo é lento. De quantos anos precisa uma criança ou um adulto que fala perfeitamente para aprender a ler e a escrever? Além disso, de que maneira a familiaridade com o instrumento do alfabetismo verbal afeta o controle da linguagem escrita como meio de expressão? O tempo e o envolvimento, a análise e a prática, são todos necessários para unir intenção e resultados, tanto no modo visual quanto no verbal. Em ambos os casos, há uma escala que em cujos pontos podemos marcar diferentemente, mas o alfabetismo significa a capacidade de expressar-se e compreender, e tanto a capacidade verbal quanto a visual pode ser aprendida por todos. E deve sê-lo.

Essa participação e essa limitação de superações, falsamente impostas à expressão visual, são fundamentais para a nossa busca do alfabetismo visual. Abrir o sistema visual para que nele introduza o alfabetismo visual, e responder à curiosidade do indivíduo já constituem um primeiro passo firme e decidido. Isso também pode ser feito por qualquer um que sinta necessidade de expandir seu próprio potencial de fruição do visual, desde a expressão subjetiva até a aplicação prática. Como já dissemos trata-se de algo complexo, mas não misterioso. É preciso que nossa reflexão abranja desde os dados individuais até a visão mais

ampla dos meios, e que também observemos em profundidade aquilo que experimentamos, verificando como os outros alcançam seus objetivos e fazendo nossas próprias tentativas.

Alfabetismo significa participação, e transforma todos que o alcançaram em observadores menos passivos. Na verdade, o alfabetismo visual impede que se instaure a síndrome das 'roupas do imperador', e eleva nossa capacidade de avaliar acima da aceitação, ou recusa, meramente intuitiva de uma manifestação visual qualquer. O alfabetismo visual significa uma inteligência visual.

Tudo isso faz do alfabetismo visual uma preocupação prática do educador. Maior inteligência visual significa compreensão mais fácil de todos os significados assumidos pelas formas visuais. As decisões visuais dominam grande parte das coisas que examinamos e identificamos, inclusive a leitura. A importância desse fato tão simples vem negligenciada por tempo longo demais. A inteligência visual aumenta o efeito da inteligência humana. Amplia o espírito criativo. Não se trata apenas de uma necessidade, mas, felizmente de uma promessa de enriquecimento humano para o futuro (DONDIS,2000, p.231).

7. 3 Sugestões para futuros trabalhos

- Desenvolvimento de mais pesquisas sobre o funcionamento visual humano para que possamos adequá-las às práticas educacionais.
- Desenvolver estudos mais profundos sobre a habilidade cerebral em organizar as informações, facilitando o registro e a recuperação.
- Estudos sobre o mapas cognitivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUMONT, Jaques. **A Imagem**. Jaques Aumont. Tradução: Estela dos Santos Abreu. Campinas, São Paulo: Papirus, 1993.

Bartoszeck'98 URL:
<http://www.geocities.com/Colosseum/8026/first.htm>, acessado em (21/5/2003).

BUZAN, Tony. **Saber Pensar**. Tradução de Antônio Branco Vasco. Editora Presença. Lisboa, Portugal, 1ª edição, 1996 (Título original: Use Your Head).

CARDOSO, Sílvia Helena. **Cérebro e Mente**.
 URL:http://www.epub.org.cm/n01/Amb_evn/cer_amb.html (acessado 04/04/2000)

CARDOSO, Sílvia Helena. **Cérebro e Mente**. (URL:
<http://www.epub.org.br/cm/no1/memo/crescimento.html>, acessado em
 20/03/2000).

CARDOSO, Sílvia Helena. **Cérebro e Mente**.
 (URL:<http://www.epub.org.br/cm/n01/memo/mecanismos.html>, acessado em
 20/03/2000).

CASAS, Luis Alberto Afaro. **Contribuição para a modelagem de um Ambiente inteligente de educação baseado em realidade virtual**. Florianópolis, 1999, Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) PPEGP/UFSC, 1999.

CARVALHO, Alex Moreira, et al. **Aprendendo Metodologia Científica**. Editora: O Nome da Rosa. 3ª edição. São Paulo, 2002.

FLAVELL, John H. MILLER, Patrícia H. Miller Scott A. **Desenvolvimento Cognitivo**. Tradução Cláudia Dornelles. Porto Alegre: Editora Artes Médicas do Sul Ltda, 1999.

DONDIS, Donis A. **Sintaxe da linguagem visual**. Tradução Geferson Luiz Camargo. 3ª edição. Editora Martins Fontes, São Paulo, 2000.

FIALHO, Francisco Antônio Pereira. **Ciências da Cognição**. 1ª ed. Florianópolis: Editora Insular, 2001.

FIALHO, Francisco Antônio Pereira. **Introdução ao Estudo da Consciência**. Curitiba: Genesis, 1998.

FIALHO, FRANCISCO Antônio Pereira. SANTOS, Neri dos. **As Atividades Cognitivas. Uma Introdução à Engenharia do Conhecimento**. Material didático apresentado na disciplina Introdução a Ergonomia Cognitiva. Junho, 1999.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. Editora Atlas S.A. 4ª ed. São Paulo, 2002.

GLASERSFELD, V. E. **Introducción al cognitivismo radical, en Watzizwwick, P.: La realidad inventada**. Gedisa. Barcelona, 1990.

GOLDENBERG, Mirian. **A Arte de Pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. 5ª edição. Rio de Janeiro: Record, 2001.

HOFFMAN, Donald, D. **Inteligência Visual: como criamos o que vemos**. Tradução de Denise Cabral Carlos de Oliveira. Editora Campus, 2000.

JAPIASSÚ, Hilton. **Introdução ao pensamento epistemológico**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1993).

MIGUET, Pilar Aznar et al. **A Construção do Conhecimento na Educação**. Tradução: Juan Acuña Llorens. Porto Alegre RS: Artes médicas do Sul Ltda, 1998. (Título original: Construtivismo y educación. Tirant lo Blanch, 1992.

MINAYO, Maria Cecília de Souza et al. Pesquisa Social: **Teoria, método e criatividade**. 11ª edição, Editora Vozes, Petrópolis, Rio de Janeiro, 1999.

MOREIRA, Marco A. & MASINI, Alice F. Salzano. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Centauro, 2001.

NISSANI, Moti. **Fruits, salads, and smoothies: a working definition of interdisciplinarity**. Journal of Educational Thought 26: 2, 1995.

PINKER, Steven. **Como a Mente Funciona**. Tradução Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 1998. (Título original: How the mind works).

POZO, Juan Ignacio. **Teorias cognitivas de Aprendizagem**. Tradução. Juan Acuña Llorens . 3º ed. Porto Alegre : artes Médicas, 1998.

REGO, Teresa Cristina. Vygostsky: **Uma Perspectiva Sócio Cultural da Educação**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 1995.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. Roberto Jarry Richardson; colaboradores José Augusto de Souza Perez...(et al.). – São Paulo: Editora Atlas, 1999.

SAATY, Thomas L. **Método de análise hierárquica**. Tradução e revisão técnica Wainer da Silva e Silva. São Paulo: craw-Hill, Makron, 1991.

SACKS, Oliver W. **Um Antropólogo em Marte: Sete Histórias Paradoxais**. Tradução Bernardo Carvalho. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

Mapa mental URL: <http://www.portalcursos.com.br/mapamental.htm>, acessado em 23/05/2003).

SABBATINI, Renato M.E. **Cérebro e Mente.**

URL:<http://www.estado.com.br/edicao/especial/ciencia/cerebro/cere11.html>, acessado 04/04/2000).

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico.** Editora Cortez. São Paulo, 2002.

SHÖN, Donald A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e aprendizagem.** Tradução: Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Arte Médicas Sul, 2000.

VILELA, Virgílio Vasconcelos. **Mapas Mentais.** URL: <http://www.mapasmentais.com.br/artigos/introdução.asp>, acessado em 12/06/2003).

VILELA, Virgílio Vasconcelos. URL: [http://www.mapasmentais.com.br/artigos/porque mm.asp](http://www.mapasmentais.com.br/artigos/porque_mm.asp). **Mapas Mentais.** acessado em 12/06/2003).

ZABALA, Antônio. **A Prática Educativa: como ensinar.** Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre. RS: ArtMed, 1998.