



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

Berenice Santos Gonçalves

**COR APLICADA AO DESIGN GRÁFICO: UM MODELO DE
NÚCLEO VIRTUAL PARA APRENDIZAGEM BASEADO NA
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

Tese de Doutorado

FLORIANÓPOLIS

2004

BERENICE SANTOS GONÇALVES

**COR APLICADA AO DESIGN GRÁFICO: UM MODELO DE
NÚCLEO VIRTUAL PARA APRENDIZAGEM BASEADO NA
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da Universidade Federal de
Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção
do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof^ª Alice Cybis Pereira, PhD

FLORIANÓPOLIS

2004

BERENICE SANTOS GONÇALVES

**COR APLICADA AO DESIGN GRÁFICO: UM MODELO DE
NÚCLEO VIRTUAL PARA APRENDIZAGEM BASEADO NA
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

Esta tese foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de **Doutor em Engenharia de
Produção** no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** da Universidade
Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 16 de setembro 2004.

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador

Banca Examinadora:

Prof^a Alice Teresinha Cybis Pereira, PhD
Orientador

Prof^a Christianne Coelho, Dra.
Moderadora

Prof^o Antônio Martiniano Fontoura, Dr
Examinador externo (PUC-PR)

Prof^a Luciana Martha Silveira, Dra
Examinadora externa (CEFET- PR)

Prof^o Carlos Antônio Ramirez Righi, Dr
Examinador

Prof^a Janae Gonçalves Martins, Dra
Examinadora

*Aos meus amores Aor,
Dafne e Hector*

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente à Prof^a Alice Cybis Pereira PhD., pela orientação criteriosa, pela visão de futuro, pelo companheirismo e apoio nos diferentes momentos vividos ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos professores e à coordenação do programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, pela oportunidade e vivência no contexto multidisciplinar que possibilitou o desenvolvimento da presente tese.

Agradeço a disponibilidade e a atenção dos membros da banca em avaliar este trabalho, tecer observações e importantes contribuições.

Agradeço a todos os bolsistas do projeto AVA-AD, que contribuíram para a construção da Plataforma AVA-AD e, conseqüentemente, para a implementação do núcleo de aprendizagem da cor. O projeto AVA-AD cumpre com as premissas fundamentais da Universidade ao integrar Pesquisa, Ensino e Extensão.

Também dirijo meu agradecimento aos alunos do curso de Design da UFSC que participaram da etapa de validação desta pesquisa junto ao curso “Cor no Design Gráfico”. Essa experiência deu sentido a todo o trabalho realizado.

Aos meus familiares, agradeço à compreensão, a paciência pelos momentos de ausência e tensão. Agradeço especialmente ao meu marido pelo apoio ao longo deste caminho e ao sorriso dos meus filhos, expressões incentivadoras na continuidade dessa trajetória.

RESUMO

GONÇALVES, Berenice Santos. **Cor aplicada ao design gráfico**: um modelo de núcleo virtual para aprendizagem baseado na resolução de problemas. 2004. 146 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Na presente tese propõe-se um modelo de um núcleo para aprendizagem da cor no contexto de um ambiente virtual de aprendizagem. Objetiva-se construir um modelo que compreenda a especificidade da cor aplicada à área de design gráfico. Os pressupostos teóricos estão calcados na aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABP), na Teoria da cor (TC) e no potencial das tecnologias informatizadas de comunicação (TIC) salientando-se as atividades colaborativas em grupo. A fundamentação teórica partiu de dois grandes eixos, a saber: o processo de aprendizagem mediada e a teoria da cor. Inicialmente, buscou-se embasamento nas principais abordagens sobre o processo de aprendizagem, destacando as influências sócio-construtivistas, o ensino apoiado por computador, a ABP, a educação a distância e as potencialidades da educação on-line. Na segunda parte da revisão teórica, “fundamentos da cor”, destaca-se os aspectos físicos, fisiológicos, culturais, representacionais e estéticos que influenciam na compreensão do fenômeno cromático. Avaliam-se também ambientes de aprendizagem existentes que abordam teoria da cor no âmbito de cursos de design gráfico. Na última parte deste documento apresenta-se o modelo do núcleo de aprendizagem da cor e sua relação de indissociabilidade com o Projeto AVA-AD (Ambientes Virtuais de Aprendizagem em Arquitetura e Design). Destacam-se os principais pressupostos conceituais e técnicos que dão apoio às atividades de aprendizagem no ambiente, a saber, eixo de produção, de comunicação, de informação e de documentação e as ferramentas vinculadas a esses eixos conceituais. Caracteriza-se problema cromático segundo níveis de complexidade. Finaliza-se o texto relatando o curso “Cor no design gráfico”, realizado como validação do modelo. Neste, um grupo de alunos de graduação em design resolveram problemas de forma colaborativa e à distância sobre cor aplicada ao Design Gráfico. A originalidade do estudo foi caracterizada pela proposição de um ambiente de aprendizagem baseado na ABP, conduzido pela resolução de problemas cromáticos em diferentes níveis e que potencializa os processos de colaboração gráfica a partir de diferentes materiais e ferramentas de apoio.

Palavras chaves: Cor. ABP. Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

ABSTRACT

GONÇALVES, Berenice Santos. **Color applied to the graphic design**: a model of virtual learning nucleus based on the problems resolution. 2004. 146 f. Thesis (PhD in Production Engineering) – Technology Center, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis.

The present thesis proposes a model of a nucleus for a color learning in the context of a virtual learning environment. It aims at building a model encompassing specific color character applied to graphic design. The theoretical premises are based on the of Problems Based Learning (PBL), the Color Theory and on potential of information sciences technologies of Communication emphasizing the collaborative group activities. The theoretical framework is based on two big axes, named the mediated learning process and the color theory. Initially, the theory sought some support in the main learning process approach, emphasizing the socio-constructive influences, computer supported education, the PBL, distance learning and on-line education potenciality. It points out the importance of the interaction process and cooperative learning. The second part of the theoretical review, “the color theory”, intends to highlight the physical, physiological, cultural, representational and aesthetic aspects, which influence the comprehension of the chromatic phenomenon. In addition, evaluates the learning environment wich make use of color theory in the ambit of graphic design courses. The last part of this study presents the color learning model nucleus and its relation of indissolubility with the AVA-AD Project (Virtual Learning Environment for Architecture and Design). It also emphasizes conceptual and technical premises which give support to learning activities namely, axis of output, communication, information and documentation and the tools linked to those conceptual axes. The chromatic problem is described according to the levels complexity. Finally, concentrate on a report of the course “Color in design”, conducted to valuate the model. This course encompassed a number of students from the Design undergraduate course, who solved problems in collaborative form and distant appart about applied color to graphic design. The originality of the study was characterized by the proposition of a learning environment based on the PBL, led by the solution of different levels chromatic problems and which estimulate graphic collaborative process from different materials and virtual assisting tools.

Key words: Color. PBL. Virtual Learning Environments

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo proposto por Garcia Aretio (1994).....	80
Figura 2: O método como processo e produto, proposto por Nikolova e Collis (1997)	83
Figura 3: Um mapa de elementos de conteúdo.	85
Figura 4: Cores espectrais	91
Figura 5: O processo fisiológico: o olho.....	92
Figura 6: Curvas de sensibilidade.....	93
Figura 7: Percurso do olho ao cérebro	95
Figura 8: transmissão dos sinais visuais no cérebro.....	96
Figura 9: Uso da assimetria do cérebro na imagem.	98
Figura 10: Parâmetros da cor.....	100
Figura 11: Síntese aditiva / cor-luz.	102
Figura 12: Cubo de cor.....	103
Figura 13: HLS.	103
Figura 14: Síntese subtrativa / Cor-pigmento transparente.....	104
Figura 15: Os dez matizes ordenados em círculo por Munsell.	108
Figura 16: The <i>Munsell Book</i>	109
Figura 17: Sistema de Cores Naturais.....	111
Figura 18: Triângulo CIE.	113
Figura 19: Aparência da cor.	117
Figura 20: Diferença de luminosidade em relação ao fundo.	118
Figura 21: Contraste simultâneo.....	123
Figura 22: Disco de Benham.	124
Figura 23: Questionário aplicado por Kandinsky na Bauhaus que objetivava relacionar formas básicas e cores.....	132
Figura 24: Estudos de cor e forma propostos por Klee	133
Figura 25: Disco de cores de doze partes. A estrutura central exemplifica uma dupla complementar (linha vertical), a escala complementar dividida (triângulo) e a escala complementar duplamente dividida (retângulo)	135
Figura 26 : Exemplos de contrastes e ilusões cromáticas.....	143
Figura 27: Interface do <i>AI on line</i>	152
Figura 28: Interface do programa de aprendizagem a distância do RIT	153

Figura 29: Interface Sessions	156
Figura 30: Esquema que representa a base teórica do núcleo de aprendizagem da cor no AVA-AD e que também especifica a base teórica do AVA-AD como um todo.....	165
Figura 31: O processo de aprendizagem colaborativa na resolução de problemas cromáticos.....	167
Figura 32: Caracterização de problema cromático.....	168
Figura 33: Os cinco eixos conceituais que estruturam as ferramentas do AVA-AD.....	170
Figura 34: Ferramentas do AVA-AD organizadas a partir dos eixos conceituais geradores do modelo.....	174
Figura 35: módulo aprendiz do núcleo de cor do AVA-AD.....	175
Figura 36: Caracterização dos problemas a serem empregados no núcleo de aprendizagem da cor.....	177
Figura 37: Estrutura do laboratório interativo de cor.....	180
Figura 38: Um tópico de conteúdo do AVA-AD COR.....	181
Figura 39: Fluxograma de conteúdos do núcleo de aprendizagem da cor do AVA-AD.....	183
Figura 40: A estrutura que apóia a atuação do professor no contexto do AVA-AD: Núcleo de aprendizagem da cor.....	184
Figura 41: A ferramenta “diário de resolução” que apóia o processo de resolução de cada problema e avaliação do modelo.....	185
Figura 42: Imagem da interface inicial do AVA-AD, anunciando o curso “Cor no design gráfico”.....	187
Figura 43: Tela meu espaço.....	188
Figura 44: Interface de conteúdo do núcleo de cor implementado no site do AVA-AD.....	189
Figura 45: Interfaces de conteúdo do núcleo de cor implementado no site do AVA-AD ...	189
Figura 46: Interface de um exercício do núcleo de cor implementado no site do AVA-AD.....	190
Figura 47: Interface de exercício implementado no núcleo de cor. do AVA-AD.....	190
Figura 48: Interfaces de exercícios disponíveis no ambiente	190
Figura 49: Interface do Lab. Interativo de cor disponível no núcleo de cor.....	191
Figura 50: Interface do Lab. Interativo de Cor.....	191
Figura 51: Imagem da tela de apresentação do problema: “Cor na interface”.....	192
Figura 52: Imagem da página inicial da revista digital analisada no problema 1.....	192
Figura 53: Imagem da interface do fórum do primeiro problema “cor na interface”.....	195

Figura 54: Interfaces de apresentação do problema 2 ‘Capa de livro’.	196
Figura 55: imagem da capa aberta, objeto de transformação no contexto do problema 2.	196
Figura 56: Interface do fórum do grupo 1 ao longo do processo de resolução do problema 2.	199
Figura 57: Estudos para capa desenvolvidos pelo aprendiz 5.	200
Figura 58: Estudos para capa desenvolvidos pelo aprendiz 7.	200
Figura 59: Interface do fórum do grupo 2 sobre o problema “Capa de livro”.	202
Figura 60: Estudos para capa desenvolvidos pelo aprendiz 2.	203
Figura 61: Proposta final para a capa desenvolvidos pelo grupo 2.	204
Figura 62: Imagem da interface do diário de resolução.	206

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: As gerações da educação a distância e as tecnologias.....	52
Quadro 2: O método visto em fases.....	84
Quadro 3: Comparação entre as diferentes denominações dos parâmetros da cor.....	100
Quadro 4: Fontes luminosas segundo a temperatura da cor.	120
Quadro 5: Luzes coloridas e temperaturas de cor.	121
Quadro 6: Temperatura de cor e aparência.	121
Quadro 7: Fonte luminosa - TC- IRC.	122
Quadro 8: cores apresentadas aos sujeitos da pesquisa.....	131
Quadro 9: Resumo das características do AI on-line.	159
Quadro 10: Características dos cursos de pós-graduação do RIT.....	160
Quadro 11: Comparativo entre as disciplinas de teoria da cor dos “cursos livres”.	161
Quadro 12: Cenário, objetivos, materiais de apoio e cronograma disponibilizadas no problema 1: “Cor na interface”.	193
Quadro 13: Cenário, objetivos, materiais de apoio e cronograma do problema 2 “Capa de livro”.	197
Quadro 14: Avaliação final dos alunos.....	207

LISTA DE SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
ADG	Associação dos Designers Gráficos
ABED	Associação Brasileira de Educação à Distância
AVA-AD	Ambiente Virtual de Aprendizagem em Arquitetura e Design
CALE	<i>Computer Assisted Learning Exploration</i>
CAMILE	<i>Collaborative and multimedia interactive learning environments</i>
CCS/UEL	Centro de Ciências da Saúde/ Universidade Estadual de Londrina
CEAD	Coordenação de Ensino à Distância
CORE	<i>Collaborative Research Environment</i>
CIE	<i>Commission internationale de Eclairage</i>
CMS	<i>Color Management System</i>
CMYK	<i>Cian, yellow, magenta, black</i>
CRT	<i>Cathode Ray Tube</i>
CSCL	<i>Computer Supported Collaborative Learning</i>
CSCW	<i>Computer Supported Cooperative Work</i>
CSILE	<i>Computer Supported International Learning Environments</i>
DIN	<i>Deutsches Institut for Normung</i>
DTP	<i>Desktop Publishing</i>
EAC	Ensino Assistido por computador
EAD	Educação A Distância
EIAC	Ensino interativo assistido por computador
GUI	<i>Graphical User Interfaces</i>
HEX	Hexadecimal
HLS	<i>Hue, lightness, saturation</i>
HSB	<i>Hue, saturation, brigtness</i>
HSV	<i>Hue, saturation, value</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
ICAE	<i>Intelligent Computer Aided Education</i>
IRC/CRI	Índice de Reprodução de Cor
LAMI	Laboratório de Mídias Interativas
LIC	Laboratório Interativo de Cor

MAS	Sistema Multi Agente
MATICE	Metodologia de Aprendizagem via Tecnologias de Informação e Comunicação Educacionais
MCSL	<i>Munsell Color Science Laboratory</i>
NCS	<i>Natural Color System</i>
NIED	Núcleo de Informática Aplicada à Educação
NTIC	<i>Novas Tecnologias da Informação e da comunicação</i>
PBL	<i>Problem Based Learning</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>
PHP	<i>Hypertext Preprocessor</i>
PUC	Pontifícia Universidade Católica
RGB	<i>Red, Green, Blue</i>
RIA	<i>Rich Internet Applications</i>
RIT	<i>Rochester Institute of Technonlogy</i>
RV	Realidade Virtual
SIU	<i>Southern Illinois University</i>
TC	Teoria da Cor
TIC	Tecnologias Informatizadas de Comunicação
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Unaerpe	Universidade de Ribeirão Preto
UNICAMP	Universidade de Campinas
VRML	<i>Virtual Reality Modeling Language</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>
WYSIWYG	<i>What you see is What you get</i>
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Considerações iniciais	16
1.2 O problema de pesquisa	21
1.3 Hipóteses de trabalho	21
1.3.1 Hipótese geral	21
1.3.2 Hipóteses subjacentes.....	21
1.4 Objetivos	22
1.4.1 Objetivo geral	22
1.4.2 Objetivos específicos	22
1.5 Justificativa	23
1.6 Metodologia da pesquisa	23
1.7 Relevância e ineditismo do estudo	24
1.8 Limitações do estudo	25
1.9 Organização dos capítulos	26
2 APRENDIZAGEM MEDIADA: EDUCAÇÃO VIRTUAL E A DISTÂNCIA	27
2.1 Introdução	27
2.2 Principais abordagens sobre o processo de aprendizagem	29
2.2.1 Interação e cultura no processo de aprendizagem	34
2.2.2 Aprendizagem baseada na resolução de problemas.....	36
2.3 Ensino assistido por computador	43
2.3.1 Ensino Inteligente Assistido por Computador (EIAC)	44
2.3.2 Hipermídia pedagógica.....	46
2.3.3 Aprendizagem e Realidade Virtual	47
2.4 Educação à distância mediada por computadores	50
2.4.1 Caracterização de Educação a Distância	50
2.4.2 As tecnologias de comunicação e o aprendizado à distância.....	51
2.4.3 A especificidade da aprendizagem on-line.....	53
2.4.4 Os ambientes virtuais de aprendizagem.....	54
2.4.5 O potencial do aprendizado colaborativo.....	57
2.4.6 Interação e interatividade em educação on-line	60

2.4.7 A construção de comunidades virtuais.....	62
2.4.8 A gestão das atividades e do grupo.....	64
2.5 Exemplos de Ambientes Virtuais de Aprendizagem	66
2.5.1 Ambientes para aprendizagem cooperativa.....	72
2.5.2 Exemplos de ambientes computacionais que apóiam de forma mais específica atividades de ABP	73
2.6 Considerações sobre elaboração de cursos à distância.....	79
2.6.1 A importância da flexibilidade no projeto instrucional	82
2.7 Síntese do capítulo.....	85
3 FUNDAMENTOS DA COR.....	88
3.1 Introdução	88
3.2 A percepção da cor.....	89
3.2.1 O estímulo físico	89
3.2.2 O processo fisiológico: o olho	91
3.2.3 O processo cerebral.....	95
3.3 Descrição e representação da cor	99
3.3.1 Sistemas baseados em misturas de cores: luzes e pigmentos	101
3.3.2 Sistemas baseados na percepção da cor.....	106
3.3.3 Sistemas baseados na identidade entre cores	111
3.3.4 Gerenciamento de cores	114
3.4 Aparência da cor	117
3.4.1 Conceitos de iluminação que devem ser considerados na visualização das cores.....	119
3.4.2 Fatores que influenciam a interpretação das cores: os fenômenos cromáticos	123
3.5 Cor, cognição e cultura.....	125
3.5.1 O legado histórico	126
3.5.2 Cor e linguagem	128
3.5.3 Cor e forma.....	131
3.5.4 O ensino tradicional da cor.....	142
3.6 Síntese do capítulo.....	145
4 METODOLOGIA UTILIZADA PARA A CONSTRUÇÃO DO	
 MODELO	147
4.1 Metodologia utilizada para concepção específica do modelo	147
4.2 Cursos on-line para a aprendizagem da cor: análise de exemplos.....	150

4.2.1 Disciplinas de “Teoria da cor” vinculadas a cursos superiores de Design Gráfico	151
4.2.2 Cursos de Pós-Graduação a distância (on-line) na área de teoria da cor.....	153
4.2.3 Cursos livres de design gráfico que abordam disciplinas de “teoria da cor”	156
Sessions.....	162
4.3 Síntese do capítulo.....	
5 UM MODELO DE NÚCLEO VIRTUAL PARA A APRENDIZAGEM	
DA COR NO CONTEXTO DO AVA-AD.....	164
5.1 A base teórica do núcleo de aprendizagem da cor	164
5.2 O processo de aprendizagem, comunicação e interação focalizado nos problemas	
sobre cor aplicada ao design gráfico	166
5.3 O Projeto AVA-AD	169
5.3.1 A Arquitetura do AVA –AD.....	170
5.4 O detalhamento do modelo do núcleo de aprendizagem da cor	174
5.4.1 A hierarquização dos problemas no núcleo de aprendizagem da cor.....	176
5.4.2 A necessidade de sistematização da etapa de estudos cromáticos	178
5.4.3 Os exercícios do núcleo de aprendizagem da cor.....	179
5.4.4 Os conteúdos no núcleo de aprendizagem da cor.....	181
5.4.5 A atuação do professor e o processo de avaliação no modelo do núcleo de	
aprendizagem da cor do AVA-AD.....	184
5.5 A validação do modelo do núcleo de aprendizagem da cor: o curso “Cor no	
design gráfico”	186
5.5.1 O primeiro problema “Cor numa interface”.....	191
5.5.2 O segundo problema “Capa de livro”	195
5.5.3 A avaliação no âmbito do curso “Cor no design gráfico”.....	205
5.5.4 Conclusões sobre curso de extensão “Cor no design gráfico”	207
6 CONCLUSÃO E INDICAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	215
6.1 Conclusão.....	215
6.2 Indicação para trabalhos futuros	218
REFERÊNCIAS	221
APÊNDICE	231

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Tratar da aprendizagem da cor, dos parâmetros e práticas ligadas ao seu uso implica, necessariamente, operar avanços e recuos. Cada momento histórico, mais do que um progresso técnico, apresenta alterações culturais nos parâmetros de análise e especificação da cor.

Historicamente, o aprendizado cromático esteve vinculado aos processos desenvolvidos nos ateliês e nas corporações de ofício. Estudos, baseados na observação e na repetição de princípios, e conceitos foram disseminados por grandes mestres. As diversas fases, as transformações e os diferentes sistemas técnicos empregados em cada período deixaram traços profundos nas nossas concepções e nos nossos códigos de uso cromático.

O século XX trouxe experiências institucionais sistemáticas que influenciaram radicalmente o estudo da cor nas áreas de Design, Arquitetura e Arte. Um desses modelos de aprendizagem tem sua origem na experiência “bauhauseana”. A Bauhaus exerceu tamanha influência nos modos de aprendizagem da cor que, ainda hoje, observa-se nas práticas de sala de aula vestígios dos seus pressupostos teórico-práticos.

Sem dúvida, o pensamento “bauhauseano” foi um dos que mais influenciou o ensino do Design no século XX. Mesmo depois de mais de meio século, a experiência pedagógica da escola continua influenciando a educação das áreas de Design, Arquitetura e Artes, seja por estar relacionada, consciente ou inconscientemente, com suas concepções pedagógicas, seja por fazer referência a elas de forma crítica (WICK, 1989). As “batalhas” internas, quase sempre em torno de objetivos pedagógicos, provocaram reestruturações curriculares e transformações programáticas durante a sua intensa existência. Após seu fechamento, em 1933, a Bauhaus transformou-se num verdadeiro mito¹.

O aprendizado cromático na Bauhaus realizava-se, efetivamente, a partir de premissas estabelecidas pelos chamados “mestres da cor”, a saber: Johannes Itten (1888-

¹ Documentos escritos pelos próprios professores da Bauhaus revelam o caráter multifacetado e a diversidade da prática pedagógica ministrada naquele contexto. Apesar do domínio do racionalismo e da funcionalidade evita-se reduzir a importância de um todo complexo a um esquema extremamente simplificado. No artigo de Walter Dexel, intitulado “Der Bauhausstil – ein Mythos”, o conceito do estilo Bauhaus foi substituído pela “pedagogia da Bauhaus”.

1967), Josef Albers (1888-1976), Wassily Kandinsky (1866-1944), Paul Klee (1879-1940). Professores esses que estiveram presentes por longo período na escola e sistematizaram práticas didático-pedagógicas que influenciaram o ensino da cor nas áreas de Design, Arte e Arquitetura. Muitos desses mestres, após o fechamento da escola, publicaram livros abordando suas teorias e reflexões. Pode-se mencionar *The art of color* (1973) de Itten, *La interacción del color* (1996) de Albers, obras clássicas, de circulação internacional, que reconhecidamente contribuíram para a compreensão e disseminação da linguagem cromática.

Johannes Itten atuou na fase inicial da Instituição (de 1919 a 1922) dirigindo o curso preliminar. Todo o ensino que ministrava repousava sobre uma teoria geral dos contrastes ou “lei dos opostos” (WICK, 1989). Josef Albers esteve na Bauhaus como aluno (1922 a 1924) e atuou como professor no período de 1925 a 1931, conferindo ao curso preliminar um enfoque mais objetivo. Albers utilizou o conceito de “ordenação sistemática” de materiais² e cores em gradação ascendente e descendente entre dois pólos. Também propunha a realização de escalas de reconhecimento tátil e escalas ópticas de matérias (WINK, 1989). Wassily Kandinsky, que atuou com professor de 1922 até 1932, baseava-se na relação indissolúvel entre os processos de análise e síntese. Ele evidenciava os valores absolutos de cada cor e, posteriormente, os valores relativos. Para Kandinsky, as cores deveriam ser analisadas em relação às formas geométricas simples, em relação aos efeitos gerados pelas complementares em formas similares e pelo princípio da temperatura. Paul Klee foi docente da escola de 1921 a 1930. Em suas aulas postulava a lei plástica do movimento. Sua teoria das cores partiu dos estudos de Goethe e de Runge³. Segundo Wick (1989), Klee também criou o círculo cromático de seis divisões, que, considerando às relações de cor entre si, é muito mais expressivo do que a faixa cromática espectral do arco-íris.

É inegável a importância das teorias e a sistematização dos conteúdos da linguagem visual desenvolvidos pelos mestres da cor na Bauhaus. Contudo, muitas críticas foram feitas a esses professores, indicando a necessidade de um trabalho mais direcionado à cor aplicada. Outros aspectos criticados ligavam-se às chamadas “leis da criação”. Kandinsky, por exemplo, e a teoria da Gestalt postulavam “leis gerais” de observação (WICK, 1989). Nessa linha de pensamento, o ato de ver e o ato de criar desfazem-se em categorias não

² Para Albers, o tratamento dos materiais possuía um caráter fundamental, pois incentivava o aprendizado do pensamento construtivo. Ele destacava a importância da economia e dos limites dos materiais associada à economia de trabalho. Albers dizia que não existe a melhor solução, o que existe é uma série de diferentes soluções que apresentam vantagens.

³ Pintor alemão, Philipp Otto Runge (1777-1810) partilhou com Goethe o interesse pela maneira como a cor podia ser estudada e usada na pintura. Sua esfera de cores estabelecia um meio de medir a cor pigmento. Além de mostrar a relação entre tons (como fazia Goethe), Runge buscou graduar os matizes em escalas que vão do mais claro ao escuro e da saturação ao acinzentado (COLE, 1994).

históricas e se apresentam como independentes dos contextos culturais, políticos e sociais, entre outros.

A atualidade de tais críticas evidencia a necessidade de novas abordagens de ensino. Os conteúdos cromáticos deveriam ser tratados em contextos específicos de aplicação, incluindo, assim, todos os elementos característicos e condicionantes imbricados em cada situação.

No artigo intitulado *The color studio in crisis? Embracing change*, Smith (2001) busca refletir sobre o processo ensino-aprendizagem da cor no contexto universitário. Ressalta a existência de poucos recursos, o aumento do número de estudantes e a pouca clareza quanto aos objetivos de aprendizagem definidos pelo professor e pelos programas. A autora e professora da *School of Design and Built Environment* da Universidade de Queensland, destaca que a forma de abordagem do currículo é muito importante:

nossos objetivos de aprendizagem poderiam ser enfatizar situações que potencializem o auto direcionamento da aprendizagem, a motivação, a decisão e as habilidades para estruturar e integrar conhecimentos. As habilidades para aplicar a cor no espaço, na forma e no contexto, deveriam ser mais trabalhadas (SMITH, 2001, p. 1017).

Smith (2001), ressalta ainda a importância da correlação entre os objetivos educacionais e as tecnologias. Estas abrem oportunidades para diferentes formas de entrega de informações, exercícios, análise e reflexão. Para a autora o “estúdio de cor” deve mesclar estratégias de ensino tradicionais a novas abordagens de ensino-aprendizagem.

Já é possível observar a vigência de modelos de aprendizagem cromática centrados na tecnologia computacional, principalmente como tentativa de fuga do modelo “bauhausiano”. Contudo, em muitos casos, o uso da cor é desenvolvido a partir de uma determinada ferramenta, visando geralmente o domínio de seqüências operacionais.

É fato que a tecnologia informatizada tem alterado as referências tradicionais no que se refere à aplicação da cor no design gráfico⁴. A aparente “facilidade” quanto à manipulação da cor trazida pela inserção do computador nas etapas finais de criação, na finalização e produção gráfica, tem trazido novos parâmetros, mas nem sempre resultados plenamente satisfatórios. A seleção de palhetas de cores e efeitos pré-programados acabam transformando etapas de projeto, que deveriam ser conceituadas, em meros procedimentos operacionais. Observa-se a ausência de fundamentação, achatando e transformando o uso da cor em uma dimensão predominantemente técnica, lúdica e pouco consciente, muito distante

⁴ Design gráfico: Termo utilizado para definir genericamente, a atividade de planejamento e projeto relativos a linguagem visual. Atividade que lida com a articulação de texto e imagem, podendo ser desenvolvida sobre os mais variados suportes e situações. Compreende as noções de projeto gráfico, identidade visual, projetos de sinalização, design editorial, entre outras (ADG, 2000).

do repertório de conhecimento construído pela área cromática. Neste cenário, e em face a abundância de possibilidades, cores e imagens perdem a relevância. Tem-se a sensação de que tudo é absorvido, copiado, fragmentando-se ou perdendo a densidade conceitual e histórica. Tal situação demonstra uma dissociação entre o fazer e o pensar, entre o repertório teórico e o produto a ser construído.

Fonseca (1997) apóia-se em Virilio (1993) para destacar que a presença maciça da tecnologia no processo e no fluxo de trabalho do designer estariam promovendo alterações no que se chama de “crise do inteiro”, dificultando, assim, a compreensão do conjunto do processo e a tomada de decisões durante as etapas de projeto. Há problemas na visualização homogênea do projeto e na especificação do contexto. É como se na velocidade da luz das transmissões eletrônicas, em que tudo é fragmento, transparência, o sólido e o concreto dessem lugar ao etéreo. De imediato defronta-se com uma espécie de banalização dos efeitos e soluções. Tudo parece resolver-se pela repetição de fórmulas pré-fabricadas e pela sedução do bom acabamento. Daí a queixa constante de que a partir da introdução do computador nas artes gráficas tudo tem a mesma “cara”. Torna-se difícil diferenciar um trabalho profissional de um amador.

A questão não estaria na tecnologia em si. Nesse sentido, Pierre Lévy questiona:

Será a tecnologia um autor autônomo, separado da sociedade e da cultura, uma entidade passiva, detonada por um agente exterior? Sustento, ao contrário que a técnica é um ângulo de análise dos sistemas sociotécnicos globais, um ponto de vista que acentua a parte material e artificial dos fenômenos humanos, e não uma entidade real, que existiria independentemente do resto, teria efeitos distintos e agiria por si própria (LÉVY, 1997, p. 3).

As verdadeiras relações não se travam, portanto, entre a tecnologia (que seria de ordem da causa) e a cultura (que sofreria os efeitos), mas entre a multidão de agentes humanos que inventam, produzem, utilizam e interpretam diversamente as técnicas. O autor salienta que o desenvolvimento das tecnologias são estimulados pelos Estados e por grandes empresas internacionais, mas também são idealizados por cientistas e usuários que buscam aumentar a autonomia entre os indivíduos e redobrar suas faculdades cognitivas. A tecnologia encarna, também, o ideal de pesquisadores, artistas, administradores ou ativistas de rede que desejam melhorar a colaboração entre as pessoas, que exploram e fazem viver diferentes formas de inteligência coletiva e distribuída.

Portanto, Lévy (1997) enfatiza que os atores de um determinado processo devem apropriar-se das tecnologias para que estas respondam a seus interesses e expectativas. No caso do design gráfico, e mais especificamente da aprendizagem da cor com ênfase na

tecnologia computacional, o equívoco estaria não no meio em si, mas na forma limitada e automatizada como vem sendo utilizada. Em suas colocações, Lévy (1997) também aponta que as tecnologias digitais e as redes de comunicação interativas têm muito a contribuir, pois acompanham e ampliam as relações do homem com o saber e prolongam determinadas capacidades cognitivas humanas (memória, imaginação, percepção). As tecnologias com suporte digital redefinem o alcance, o significado e algumas vezes até mesmo a natureza do conhecimento. As novas possibilidades de criação coletiva, aprendizagem cooperativa e colaboração em rede colocam novamente em questão o funcionamento das instituições e os modos habituais de divisão do trabalho, tanto nas empresas como nas escolas.

Para Belloni (1999), as Novas Tecnologias Informatizadas de Comunicação (NTIC) terão, no século XXI, uma significação cultural e social ainda mais profunda que o cinema e a televisão. Originadas da eletrônica, as técnicas que sustentam as NTIC pertencem a uma geração tecnológica totalmente inédita. Estas mesmas tecnologias que ampliam as formas de comunicação estão sendo aplicadas à aprendizagem, seja no formato tradicional ou a distância, a partir de programas abertos e flexíveis.

Observa-se em todo mundo uma tendência para empregar as Tecnologias Informatizadas de Comunicação (TIC) como suporte para realização de atividades à distância, diversificadas em termos de modalidades e temas de estudo buscando promover processos de produção colaborativa de conhecimento (ALMEIDA, 2003). Ao visar a formação de um público, sobretudo adulto, buscam democratizar as oportunidades educacionais, atender às demandas de educação continuada de forma mais integrada aos locais de trabalho e às expectativas dos indivíduos. Além disso, buscam desenvolver capacidades, tais como auto-aprendizagem, adaptabilidade e flexibilidade diante de novas tarefas, a resolução de problemas e o trabalhar em grupo de forma cooperativa. As TIC também podem estimular o contraste de opiniões e de pontos de vista dos diferentes atores envolvidos no processo.

Voltando o olhar para o campo da cor aplicada ao design gráfico, o uso das TIC pode ser promissor. As TIC podem estimular a interação, a contextualização e a resolução de problemas entre sujeitos envolvidos em um mesmo processo. Portanto, acredita-se que elas potencializem mudanças nos modos de ensinar, de aprender e na própria concepção dos sistemas educativos e incentivem uma postura reflexiva em que as práticas sociais sejam constantemente examinadas à luz de informações renovadas a partir destas próprias práticas (GIDDENS, 1991).

Pelo exposto, tendo em vista o potencial das tecnologias informatizadas de comunicação e, sobretudo, das redes interativas, a tese aqui apresentada busca criar um

modelo para a aprendizagem da cor que evidencie a complexidade dos aspectos conceituais e técnicos envolvidos no planejamento de produtos visuais. Em síntese, o tema desta tese pode ser demarcado a partir de um enfoque que considera o processo de aprendizagem da cor numa abordagem aplicada, sistêmica e contextualizada, apoiada no potencial das Tecnologias Informatizadas de Comunicação (TIC).

1.2 O problema de pesquisa

O problema de pesquisa formula-se a partir da necessidade de buscar um modelo para a aprendizagem da cor, numa perspectiva aplicada e dependente de aspectos conceituais, contextuais e técnicos.

Assim, questiona-se:

- De que forma as tecnologias informatizadas de comunicação podem contribuir para o processo de aprendizagem da cor aplicada ao design gráfico, abarcando os conteúdos em diferentes níveis de complexidade e permitindo maior interação entre os aprendizes?

1.3 Hipóteses de trabalho

1.3.1 Hipótese geral

- Um ambiente virtual de aprendizagem, suportado pela internet, pode contribuir para o processo de aprendizagem da cor aplicada à área de design gráfico.

1.3.2 Hipóteses subjacentes

1. A constante necessidade de atualização, o incentivo ao trabalho em grupo fundamentado e interativo sugerem o campo da educação virtual colaborativa e a distância como uma forma viável de aprendizagem também para a área de design gráfico;

2. A aprendizagem da cor na área de design gráfico deveria estar voltada para situações reais de aplicação. Portanto, estratégias de aprendizagem que utilizam “situações problema” podem estimular a integração entre teoria e prática, evidenciando as especificidades de cada caso;
3. O uso de estratégias e ferramentas que situem a linguagem cromática no centro dos processos de análise, de discussão e de colaboração, favorecem o desenvolvimento dos conteúdos específicos da área.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

O presente estudo teve como objetivo geral constituir um modelo de núcleo para a aprendizagem da cor aplicada ao design gráfico no contexto de um ambiente virtual de aprendizagem, considerando o potencial das redes interativas de comunicação e da aprendizagem colaborativa baseada na resolução de problemas.

1.4.2 Objetivos específicos

- Aprofundar, com base na literatura da área, as especificidades da teoria da cor visando a aplicação na área de design gráfico evidenciando implicações conceituais, contextuais e técnicas de sua aplicação;
- Analisar ambientes virtuais que privilegiem a aprendizagem da cor;
- Caracterizar e classificar situações problema que potencializem o aprendizado da cor;
- Estabelecer orientações para resolução de problemas cromáticos;
- Contribuir para a sistematização de parâmetros que apoiem a tomada de decisão no processo de seleção de cores em projetos gráficos;
- Utilizar o conceito de colaboração gráfica com base no potencial das tecnologias informatizadas de comunicação ; e

- Analisar aspectos positivos e as limitações quanto à utilização de um ambiente virtual para o processo ensino-aprendizagem da cor.

1.5 Justificativa

A cor é um importante elemento de comunicação no produto gráfico. Cada vez mais o mercado exige a formação de profissionais que dominem a linguagem da cor, sobretudo no que diz respeito à aplicação de conceitos e técnicas adequadas aos objetivos a que se destinam as peças gráficas. Evidencia-se que, além de um contato com um repertório teórico ampliado, atual e integrado e, além da familiarização com as linguagens, o futuro profissional de design gráfico precisa desenvolver a capacidade de prever conseqüências e implicações do uso da cor em futuras situações de projeto.

As disciplinas de “Teoria da cor” das fases iniciais dos cursos de design gráfico e/ou de cursos de especialização, em que o programa deve ser ministrado de forma concentrada, apresentam sobrecarga de conteúdos. Na maior parte dos casos os programas enfatizam a teoria, enquanto a prática restringe-se à realização de exercícios fragmentados. Além disso, os assuntos devem ser tratados em diferentes níveis de complexidade, exigindo um trânsito entre conteúdos básicos e situações de aplicações, aspecto muitas vezes não acompanhado pelo aluno devido às especificidades conceituais e técnicas de cada situação e ao repertório de cada um. Nesse sentido, destaca-se a necessidade de criação de situações de aprendizagem que resgatem a relação entre conteúdos em casos reais de aplicação da cor.

Assim, acredita-se que um ambiente interativo para a aprendizagem da cor permita um aprofundamento do tema. A partir de uma base teórica em que diferentes níveis de complexidade estejam acessíveis e que através da simulação de fenômenos e problemas relacione-se teoria e prática.

1.6 Metodologia da pesquisa

No seu conjunto e segundo sua natureza o estudo aqui apresentado consiste numa pesquisa aplicada. A motivação principal das pesquisas de “tipo aplicada” está na sua contribuição para resolver problemas. Ela parte de conhecimentos disponíveis, ampliando a compreensão que se tem do problema e indicando novos estudos (SANTAELLA, 2002).

Portanto, na pesquisa aqui em foco, pretende-se gerar conhecimentos para uma aplicação prática, dirigida à construção de um modelo para a aprendizagem da cor.

Do ponto de vista de seus objetivos, ela também pode ser identificada como uma pesquisa exploratória, pois busca proporcionar maior familiaridade com o tema e o problema em questão.

De forma ampla, a presente pesquisa foi realizada a partir das grandes etapas que envolvem:

- revisão bibliográfica sobre aprendizagem mediada, revisão bibliográfica sobre teoria da cor e sobre o estado da arte em ambientes virtuais para aprendizagem da cor;
- proposição metodológica para construção do modelo;
- a explicitação do modelo;
- validação do modelo;
- análise do processo e avaliação; e
- conclusões.

Cabe ressaltar que nas fases de validação, avaliação e conclusão, os aspectos qualitativos foram evidenciados, com vistas à plena implementação do modelo e à continuidade do trabalho.

1.7 Relevância e ineditismo do estudo

O estudo aqui desenvolvido, na sua dimensão cognitiva, pretende interferir nas formas tradicionais de aprendizagem da cor, a partir de processos que envolvam maior autonomia, colaboração e estimulem diferentes formas de interpretação da realidade.

Nesse sentido, este trabalho não se diferencia apenas por propor um núcleo virtual de aprendizagem da cor (suportado pela internet) que tem como eixo condutor o processo de resolução de problemas, mas destaca-se pela abordagem integrada dos conteúdos e, sobretudo, pela ênfase na especificidade da linguagem cromática direcionada ao campo do design gráfico. As ferramentas de colaboração utilizadas pelos aprendizes (seja através de fórum, chat, listas de discussões) permitem o uso de imagens, gráficos, interfaces etc. Assim, os objetos de estudo, de análise e de criação poderão estar anexados e sofrer alterações

conforme o interesse dos aprendizes. Tal estratégia permite assegurar a centralização do assunto e também subsidiar comparações, análises e a escolha das melhores soluções desenvolvidas em propostas coletivas. Incentiva-se assim a relação teoria/prática; a relação operação/reflexão.

Pelo exposto, a principal contribuição deste estudo se dá pela inserção da linguagem cromática e gráfica no cerne dos processos de colaboração, visto que, na aprendizagem virtual tradicional, as atividades colaborativas estão baseadas principalmente na linguagem verbal. O uso de recursos gráficos, somados aos textuais, na atividade de resolução de problemas, poderão contribuir para a implementação de diferentes programas que se utilizam de projetos gráficos e da linguagem visual como eixo condutor da aprendizagem. Com este trabalho a pretensão foi a de avançar no conceito de “colaboração gráfica à distância”.

1.8 Limitações do estudo

O trabalho aqui apresentado está direcionado aos aspectos de concepção e validação de um modelo de núcleo virtual para a aprendizagem da cor, no contexto de um Ambiente Virtual de Aprendizagem em Arquitetura e Design (AVA-AD). Portanto, não serão enfatizadas questões técnicas envolvidas na programação técnica geral do ambiente e nem das ferramentas de colaboração ou de apoio ao ambiente de aprendizagem, como banco de imagens, glossário e etc.

A delimitação do modelo ocorreu principalmente no sentido conceitual, pois, apesar da disponibilidade da equipe de apoio do Projeto Ambientes Virtuais de Aprendizagem em Arquitetura e Design (AVA-AD), que permitiu a implementação do ambiente, não se teve como objetivo aprofundar os aspectos técnicos envolvidos no processo de implementação das interfaces e ferramentas de apoio.

A validação do modelo privilegiou os aspectos qualitativos, voltando-se para a avaliação do desempenho colaborativo dos participantes. Foi realizada com um grupo restrito de sujeitos considerando-se, sobretudo, o processo de resolução dos problemas propostos no contexto do núcleo de aprendizagem da cor.

1.9 Organização dos capítulos

O presente documento está organizado no sentido de hierarquizar o desenvolvimento do tema, tendo em vista os objetivos traçados.

Assim, no capítulo um realizou-se uma breve introdução discorrendo sobre o tema abordado. Apresentou-se o problema de pesquisa, os objetivos, as hipóteses de estudo e a relevância do trabalho.

A fundamentação teórica está disposta nos capítulos II e III. O capítulo II procura trazer embasamento sobre aprendizagem mediada através de sistemas informatizados, sobre educação a distância e aprendizagem on-line. O capítulo III visa abarcar o fenômeno cromático a partir de diferentes eixos que contribuem para uma visão ampla do assunto. No capítulo IV relata-se a metodologia empregada para construção do modelo. Este capítulo finaliza-se com uma análise de ambientes on-line para aprendizagem da cor na área de design.

No capítulo V apresenta-se o modelo do núcleo virtual de aprendizagem da cor propriamente dito. Explora-se os pressupostos teóricos, as características gerais do ambiente, a relação de indissociabilidade com o projeto AVA-AD e as especificidades do núcleo virtual de aprendizagem da cor. Ao final do capítulo, descreve-se a validação do modelo realizada sob a forma Extensão com estudantes de Design Gráfico.

A conclusão é apresentada no capítulo VI, onde são retomados os objetivos do trabalho e avaliados sob a ótica do estudo realizado. Ao final são indicados desdobramentos para futuros temas de pesquisa.

2 APRENDIZAGEM MEDIADA: EDUCAÇÃO VIRTUAL E A DISTÂNCIA

2.1 Introdução

A mediação das mensagens pedagógicas está no coração dos processos educacionais em geral e, muito em particular, na educação a distância.

Numa perspectiva abrangente, a mediação pedagógica "busca abrir um caminho a novas relações do estudante: com os materiais, com o próprio contexto, com outros textos, com seus companheiros de aprendizagem incluindo o professor" (PEREZ; CASTILHO, 1996). Assim, as técnicas para auxiliar e facilitar a aprendizagem podem ser trabalhadas na mediação pedagógica e podem estar presentes tanto nas estratégias convencionais, quanto nas novas tecnologias. As técnicas convencionais são as que existem há muito tempo e são importantes para o ensino presencial como apresentações, situações simuladas, aulas expositivas e recursos audiovisuais. As novas tecnologias são aquelas vinculadas ao uso do computador, à informática, à internet, às ferramentas para educação à distância e outros recursos atualmente disponíveis. Nessa concepção, todo o recurso educacional é considerado um artefato (ferramenta) que media a atividade de aprendizagem.

Para Komosinski (2000) a informática é um artefato mediador da aprendizagem. Suas idéias apoiam-se na Teoria da Atividade⁵ que considera a aprendizagem como um processo de transformação de um objeto por um sujeito (indivíduo). A relação sujeito-objeto não é direta, mas mediada por uma ferramenta. Essa ferramenta condensa o desenvolvimento histórico da relação, e, ao mesmo tempo, habilita e restringe a atividade do sujeito. A transformação do objeto pelo sujeito também é realizada em um contexto, seja ele uma empresa, a escola ou uma equipe de projeto. A relação sujeito-comunidade também não é direta, mas sim mediada por regras. Estas regras podem ser tanto implícitas (convenções, relações sociais), como explícitas (leis, por exemplo). Portanto, o desempenho do sujeito não

⁵ A **Teoria da Atividade** surgiu no início do séc. XX quando um grupo de intelectuais russos, Alexander R. Luria (1972 –1977) e Leontiev (1903-1979), liderados por Vigotsky, começam a criar a escola russa de Psicologia: a Psicologia Histórico-Cultural. Para essa escola, a relação do homem com o ambiente passa a ser mediada por signos (como a linguagem) e instrumentos. O que uma mente é capaz de fazer, ou a "fisiologia da mente", depende de elementos culturais. Para a Teoria da Atividade os termos ferramentas, regras e divisão do trabalho presentes na estrutura da atividade são chamados de artefatos. A característica essencial desses artefatos, como por ex. instrumentos, signos, procedimentos, máquinas etc., é seu papel como mediadores da atividade. Toda a relação sujeito-objeto é mediada por artefatos.

depende apenas de suas habilidades cognitivas individuais, mas também de suas relações com o grupo e o contexto.

Num enfoque mais específico, autores como Belloni (1999) usam a expressão “mediatização pedagógica” e trabalham com a idéia de “educação para as mídias”⁶, propondo a formação de um usuário ativo, crítico e criativo em relação às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Belloni afirma que a possibilidade de abarcar a complexidade desta questão seria estimular uma apropriação ativa e criativa das tecnologias de comunicação por parte do professor e dos alunos. Nesse caso, as mídias precisariam ser integradas em sua dupla dimensão: como ferramenta pedagógica (em termos instrumentais e conceituais) e como objeto de estudo (em termos estéticos e éticos). Portanto, Belloni enfatiza a apropriação das técnicas no campo educacional e sua “domesticação para o uso pedagógico”:

Suas características essenciais – simulação, virtualidade, acessibilidade, a superabundância e extrema diversidade de informações – são totalmente novas e demandam concepções metodológicas muito diferentes daquelas metodologias tradicionais de ensino baseadas num discurso científico linear, cartesiano e positivista. Sua utilização com fins educativos exige mudanças radicais nos modos de compreender o ensino e a didática (BELLONI, 1999, p.15).

Mediatizar, nessa linha de pensamento, significa escolher, para um determinado contexto e situação de comunicação, o modo mais eficaz de assegurá-la. Selecionar o *medium* mais adequado a esse fim; conceber e elaborar o discurso que constitui a forma de revestir a substância do tema ou matéria a transmitir (BELLONI, 1999). Blandin citado por Belloni (1999), esclarece que mediatizar significa, então, codificar as mensagens pedagógicas, traduzindo-as sob diversas formas (por ex. um documento impresso, um programa informático ou um videograma), respeitando as “regras da arte”, isto é, as características técnicas e as peculiaridades de discurso do meio técnico. As Tecnologias Informatizadas de Comunicação (TIC), por si, não são, necessariamente, mais relevantes ou mais eficientes que as mídias tradicionais em qualquer situação de aprendizagem. Segundo Belloni (1999), pode-se agrupar os problemas colocados pela mediatização em duas grandes vertentes: de um lado, a seleção dos meios mais apropriados para determinada situação ensino-aprendizagem, considerando os objetivos pedagógicos e didáticos previamente definidos, as características da clientela e acessibilidade aos meios; e de outro, a elaboração de um discurso pedagógico adequado a estes componentes e às características técnicas dos meios escolhidos.

⁶ Mídia é um termo do latim *media* (meios) plural de *medium*. Assim pode-se referir tanto a um veículo de informação específico (como a televisão, o jornal), como a uma ferramenta técnica (a internet, por exemplo). Tradicionalmente, mídia é a abreviação do que se costuma chamar meios de comunicação (*mass media*).

A partir do exposto, considera-se a aprendizagem como processo mediado, não apenas no sentido restrito, referindo-se ao uso de um meio ou ferramenta, mas como processo fundamentado nas relações entre os aprendizes, professores e o contexto em que cada situação de aprendizagem desenvolve-se.

Portanto, este segundo capítulo busca ampliar os subsídios teóricos sobre o processo de aprendizagem no contexto da educação formal. Inicia-se destacando conceitos extraídos, sobretudo, dos estudos de Piaget e Vigotsky. Enfatiza-se a aprendizagem como construção, a importância das questões sócio-culturais nesse enfoque, assim como os princípios da aprendizagem baseada em problemas. Tais conceitos orientaram a formulação das propostas pedagógicas do modelo final, objeto desta pesquisa. O capítulo segue considerando as características e potencialidades da aprendizagem apoiada por sistemas informatizados, desde o ensino assistido por computador até os processos de educação à distância com ênfase na aprendizagem virtual colaborativa. O presente capítulo finaliza-se com a caracterização de ambientes virtuais de aprendizagem.

2.2 Principais abordagens sobre o processo de aprendizagem

O processo de aprendizagem foi por muito tempo analisado sob a ótica do reforço no processo da instrução. Influenciados pelos estudos de Pavlov (1849-1936), psicólogo e fisiologista russo, toda uma geração de pesquisadores buscava a formulação de leis mediante as quais, quaisquer que fossem as espécies, os estímulos, as respostas ou o reforçador utilizados, se pudesse prever as relações entre as condições e os resultados de aprendizagem (WOOD, 1996).

Outro expoente das chamadas teorias comportamentalistas (*behaviouristas*) de aprendizagem foi o psicólogo norte americano Burrhus Skinner (1904-1990). Ele desejava explicar o comportamento e a aprendizagem como conseqüências dos estímulos ambientais. Sua teoria também fundamentou-se no poderoso papel da "recompensa ou reforço" e partia da premissa fundamental de que toda ação que produza satisfação será repetida e aprendida. É o conceito de "reflexo" condicionado. Skinner conseguiu "moldar" diversas condutas, o método que ele seguiu objetivava (BORDANAVE; PEREIRA, 1995):

- especificar claramente qual é o comportamento final que se deseja implantar;
- identificar a seqüência de movimentos que o aprendiz deve executar para chegar gradualmente ao comportamento final desejado;

- aplicar o reforço toda vez que o aprendiz executar movimentos no sentido do comportamento desejado, uma vez implantado o comportamento, recompensar de quando em quando e não toda vez que a ação desejada for executada.

As teorias de aprendizagem que fundamentam “a pedagogia tecnicista” e a “instrução programada” são de base comportamentalista e explicitam que aprendizagem está ligada à modificação de desempenho. Portanto, nesse enfoque, um bom processo de ensino consistiria em organizar eficientemente as condições estimuladoras, de modo a que o aluno saia da situação de aprendizagem diferente do modo como entrou. O ensino é considerado como um processo de condicionamento através do uso do reforço das respostas que se quer obter. Embora a concepção *behaviorista* de aprendizagem tenha contribuído no sentido de eliminar o caráter pessimista e preconceituoso da concepção *inatista*⁷ de educação, a insistência em concentrar as pesquisas somente em dados observáveis, não abrindo espaço para questões subjetivas, tais como motivação, interesse e curiosidade gerou um certo esgotamento conceitual.

A partir da década de 60 as idéias do psicólogo suíço Jean Piaget (1896-1980) começam a ser valorizadas. Para Piaget, o conhecimento intuitivo que a criança tem do mundo é baseado nas ações que ela realiza sobre ele, e os objetos são conhecidos em função do repertório de ações que podem ou não ser assimilados (WOOD, 1996). Piaget, ao explicitar que as crianças aprendem a partir de diferentes estágios de desenvolvimento, destaca o conceito de prontidão.

Segundo Piaget, o homem constrói seu próprio conhecimento a partir da experiência e da experimentação que o habilita a criar esquemas e modelos mentais. Os esquemas podem ser modificados, ampliados e sofisticados através dos processos complementares da assimilação e da acomodação. Na concepção de Piaget, o desenvolvimento psicológico é um processo de adaptação (aspecto externo) às constantes modificações do meio, promovendo uma organização (aspecto interno) do ambiente. O desenvolvimento intelectual comporta-se da mesma forma. Resulta da constante evolução dos esquemas (modelos mentais) através dos processos de equilíbrio resultantes de uma assimilação ou de uma acomodação. A assimilação é o processo pelo qual o indivíduo acopla uma nova informação aos modelos mentais já existentes, enquanto que pela acomodação o

⁷ O inatismo, impregnado de influências religiosas, acreditava que cada homem era criado por Deus de forma definitiva e muito pouco a educação poderia fazer por ele, a não ser aprimorar, insignificamente, seus próprios talentos.

indivíduo cria novos modelos mentais ou modifica os existentes (LINCHO, 2000). Assim, assimilação e acomodação são procedimentos essenciais para o desenvolvimento intelectual que só se efetivam quando ocorre a equilibração. Para Piaget, a ação e a resolução de problemas pelo próprio sujeito são elementos centrais da aprendizagem e do desenvolvimento. Ao agir sobre o mundo, o aprendiz descobre como controlá-lo (WOOD, 1996).

A base conceitual de Piaget originou o chamado construtivismo. O construtivismo não é uma teoria completa sobre o processo de ensino-aprendizagem, mas uma concepção a respeito do conhecimento, passível de ser aplicada ao processo de aprendizagem. A aprendizagem, entendida como construção de conhecimento, pressupõe entender tanto sua dimensão como produto, quanto sua dimensão como processo, isto é, o caminho pelo qual os alunos elaboram, pessoalmente, os conhecimentos (MAURI, 1998).

Na concepção construtivista, aprender não é copiar ou reproduzir, mas, sim, elaborar uma “representação pessoal sobre um objeto da realidade ou conteúdo”. Fica claro que não é um processo que conduz à acumulação de novos conhecimentos, mas à integração, modificação, ao estabelecimento de relações e coordenação entre esquemas de conhecimento que já se possui, dotados de uma certa estrutura e organização. Tal concepção inclui aspectos da gestão dos conteúdos e das relações humanas, da gestão do processo ensino aprendizagem.

O construtivismo em sala de aula é um referencial aberto e não excludente. Portanto, aceita-se a noção de um processo conjunto, compartilhado, em que, com ajuda do professor, o aprendiz pode mostrar-se progressivamente competente e autônomo na resolução de tarefas, na utilização de conceitos, na prática de determinadas atitudes e em numerosas questões. É o aluno que realiza a construção, mas é essa “ajuda”, variável em qualidade e quantidade, que aponta possibilidades para o aluno progredir no sentido apontado pelas finalidades educativas, isto é, no sentido de progredir em suas capacidades (COLL; SOLÉ, 1998).

O aluno constrói pessoalmente um significado ou o reconstrói do ponto de vista social. Os aspectos motivacionais, afetivo-relacionais, entram no jogo durante o desenvolvimento das tarefas. O professor se torna um participante ativo do processo de construção de conhecimento, cujo centro não é a matéria, mas o aluno. Os alunos são construtores ativos e não seres reativos, pelo fato de os professores ocuparem-se em ensinar-lhes a construir conhecimentos. A construção do conhecimento envolve uma atividade mental intensa, caracterizando-se pelo fato dos alunos estabelecerem relações não arbitrárias, mas pertinentes e valiosas no sentido individual e coletivo. Nessa perspectiva, é óbvia a

importância de ensinar o aluno a aprender e ajudá-lo a compreender que, quando aprende, não deve levar em conta apenas o conteúdo, objeto de aprendizagem, mas também deve-se considerar a organização para o processo de aprendizagem.

No âmbito do construtivismo, mas com ênfase nas questões sócio-culturais, o psicólogo soviético L. S. Vygotsky (1896-1934) enfatizava que a interação social tem um papel fundamental no desenvolvimento cognitivo. Vygotsky partia do fato que o aprendizado deveria ser combinado de alguma maneira com o nível de desenvolvimento das crianças. Ao estudar as relações entre o processo de desenvolvimento e a capacidade de aprendizado, Vygotsky (1991, p. 97) discorre sobre o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP):

Zona de Desenvolvimento Proximal é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado a partir da solução de problemas sob orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.

Ele diferenciava o nível de desenvolvimento real (definido por funções já amadurecidas, produtos finais do desenvolvimento que apresentam um caráter retrospectivo) do nível de desenvolvimento proximal (definido por aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, quase que em estado embrionário). O nível de desenvolvimento proximal hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã. Segundo o autor, o aprendizado que é orientado em razão dos níveis de desenvolvimento que já foram atingidos é ineficaz do ponto de vista do desenvolvimento global da criança. Ele não se dirige a um novo estágio do processo de desenvolvimento, mas, ao invés disso, vai a reboque desse processo. Assim, a noção de zona de desenvolvimento proximal capacita-nos a assumir que o “bom aprendizado” é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento.

Vygotsky e seus seguidores explicitavam que na ZDP pode-se produzir o aparecimento de novas maneiras do participante menos competente entender e enfrentar as tarefas e os problemas, graças à ajuda e aos recursos oferecidos por seus colegas. A ZDP é uma propriedade criada na própria interação do grupo, em função tanto das características dos esquemas de conhecimento sobre a tarefa ou conteúdo trazidos pelo participante menos competente, como dos tipos e graus de suporte e instrumentos e recursos de apoio utilizados pelo participante. Nesse sentido, pode-se falar de múltiplas ZDP, em função da tarefa e do conteúdo em questão (ONRUBIA, 1998). ZDP não é um conceito estático e fixo, mas um espaço dinâmico, em constante processo de mudança com a própria interação. Esse caráter não é linear, nem mecânico. O fato de um desafio ser ou não abordável dependerá do ponto de

partida do aluno e daquilo que o processo de aprendizagem possa trazer, mas, também, da qualidade e quantidade de apoios e instrumentos de ajuda que ele receber. Isso leva a uma reflexão sobre a forma de intervenção do professor.

Papert (1996) também enfatizou a importância da interação social para a construção das estruturas cognitivas. O autor partiu dos pressupostos do construtivismo de Piaget e formulou um modelo cognitivo denominado “construcionismo”. O “construcionismo social” de Papert revela aproximações com as teorias de Vygotsky. Ao ampliar o modelo de Papert, Resnick (1996), apresenta o conceito de “construcionismo distribuído”. Este é definido pelo autor como uma extensão da teoria do “construcionismo” enfatizando as situações em que mais de uma pessoa é envolvida nas atividades de projeto. Para Resnick (1996), a cognição e a inteligência não são propriedades de uma pessoa, mas, são também, fruto de interações do indivíduo com outras pessoas e com o ambiente. O autor destaca que projetos que usam redes de computadores podem facilitar o desenvolvimento “das comunidades de construção do conhecimento”, em que grupos constroem coletivamente e estendem o conhecimento. Os estudantes compartilham idéias, teorias, e resultados experimentais com o um outros. Essas atividades colaborativas envolvem não apenas a troca de informação mas o projeto e construção de artefatos.

Para o construtivismo e construcionismo, uma aprendizagem é tanto mais significativa quanto mais relações com sentido o aluno for capaz de estabelecer entre o que já conhece (seus conhecimentos prévios) e o novo conteúdo que lhe é apresentado como objeto de aprendizagem (MIRAS, 1998). Essa definição indica que alunos têm uma quantidade variável de esquemas de conhecimentos, isto é, não tem um conhecimento geral da realidade, mas conhecimento de determinados aspectos da realidade. Portanto, em função do contexto em que se desenvolvem e vivem, de sua experiência direta e indireta e das informações que recebem, os alunos podem ter uma quantidade maior ou menor de esquemas de conhecimento.

O teórico David Paul Ausubel, contemporâneo de Piaget, contribuiu para a conceituação da “aprendizagem significativa”. Em seus estudos, ele explicita que a aprendizagem refere-se à ampliação da estrutura cognitiva, pela incorporação de novas idéias e conteúdos. Dependendo do tipo de relação estabelecida pelo aprendiz, entre as idéias já existentes na sua estrutura com as novas que estão sendo por ela internalizadas, pode-se verificar se o aprendizado foi significativo. O autor diferencia o aprendizado “significativo” do “mecânico”, que seria armazenado de forma arbitrária pelo aluno (FONTOURA, 2002).

2.2.1 Interação e cultura no processo de aprendizagem

Vygotsky (1991) defendia a importância da relação e da interação com outras pessoas na origem dos processos de aprendizagem. A interação entre os alunos atua como fonte potencial de criação e avanço nas zonas de desenvolvimento proximal. Na interação cooperativa, o contraste entre pontos de vista moderadamente divergentes a propósito de uma tarefa ou conteúdo de resolução conjunta são positivos. Contudo, deve-se observar que a informação disponível antes e durante a interação cooperativa seja relevante e que os alunos estejam interessados. Os aprendizes devem demonstrar disposição, capacidade intelectual e emocional para aceitar o debate e a controvérsia.

As características da interação professor/aluno podem oferecer avanços e indicar a origem da ZDP. Quanto ao trabalho do professor, Orumbia (1998) destaca que:

- 1) o trabalho globalizado, organizado por centros de interesse ou a partir de atividades em seqüência pode ser de grande valor. O autor alerta que é preciso informar os alunos, no início de uma unidade didática, tema ou lição sobre o conjunto de conteúdos e atividades a serem realizadas, a relação entre elas, e a importância de voltar a essas relações. Outro aspecto relevante refere-se ao grupo estabelecer uma pauta e normas de comportamento.
- 2) O professor deve oportunizar, no grau mais elevado possível, a participação de todos os alunos, em diferentes tarefas e atividades;
- 3) Estabelecer um clima de relacionamento afetivo e emocional, baseado na segurança e confiança, assim como incentivar o interesse pelo conhecimento em si mesmo;
- 4) Introduzir, na medida do possível, modificações e ajustes específicos, tanto na programação mais ampla das atividades, como no percurso traçado pelos aprendizes;
- 5) Promover a utilização e o aprofundamento autônomo dos conhecimentos que os alunos estão aprendendo;
- 6) Estabelecer, no maior grau possível, relações constantes e explícitas entre os novos conteúdos que são objeto de aprendizagem e os conteúdos prévios dos alunos;
- 7) Utilizar a linguagem de maneira clara e explícita, evitando mal entendidos ou incompreensões; e
- 8) Utilizar a linguagem para recontextualizar e reconceitualizar a experiência.

É importante que o aprendiz saiba estruturar e comunicar seu ponto de vista de forma compreensível e possa colocar-se na posição de explicá-lo, dar instruções ou ajudar os outros a realizar uma tarefa. Essa capacidade promove a utilização autônoma dos conhecimentos aprendidos pelos alunos: a tutoria entre iguais. Em certos casos, um aluno considerado “especialista” em um determinado conteúdo instrui outro ou outros considerados menos competentes. Entretanto, torna-se necessário que, se for utilizado esse sistema, este não implique na atribuição permanente e fixa de um único papel (tutor ou tutorizado) a um mesmo aluno, mas que ocorra a passagem de diferentes alunos por diferentes “papéis”. Em algumas situações o professor pode desenvolver um trabalho prévio mais próximo, buscando orientar o aluno que será o tutor de uma determinada atividade. É fundamental que os alunos possam intercambiar os papéis que vão assumindo no seio do grupo, controlando mutuamente seu trabalho, recebendo e oferecendo auxílio de maneira contínua.

Orumbia (1998), faz uma advertência sobre a necessidade de um planejamento muito cuidadoso e preciso das situações de interação entre os alunos para que realmente se possa aproveitar essa potencialidade. Alerta ainda para o fato de que a capacidade de trabalho em equipe pressupõe o domínio progressivo pelos alunos de determinados conteúdos, particularmente conteúdos referentes a procedimentos e a normas, valores e atitudes, que também devem ser objeto explícito da educação. Nesse sentido, os valores e o repertório cultural do grupo interferem na interação.

Na educação formal, os objetos de aprendizagem são conhecimentos de natureza cultural. É nesse aspecto que se pode falar da atividade mental do aluno como atividade social e culturalmente mediada. A cultura confere significado à atividade humana. Ela não depende apenas da existência de signos e símbolos e seus referentes, mas da existência de alguém capaz de interpretá-los (MAURI, 1998, p 91).

A aprendizagem é culturalmente mediada, sobretudo pela natureza dos conhecimentos que os alunos constroem, pelos conteúdos escolares; e porque, para construir conhecimento, o aluno precisa usar instrumentos que são, por sua vez, culturais, por exemplo, utilizar a linguagem escrita, algumas técnicas ou estratégias de leitura compreensivas, de organização e de relação de dados (MAURI, 1998).

Os conhecimentos que são objetos da aprendizagem dos alunos na escola são uma seleção dos saberes relevantes da cultura. Esses conhecimentos já existiam antes que os alunos iniciassem sua construção pessoal e são de natureza simbólica. Expressam-se por meio de símbolos e signos verbais, numéricos, musicais, plásticos, gestuais etc., possibilitando que sejam compartilhados por todos que pertencem a um mesmo grupo social e cultural e que, ao mesmo tempo, seu significado seja conhecido e compartilhado (MAURI, 1998).

A atividade de construção do conhecimento é uma atividade mediada culturalmente, devido também à natureza dos instrumentos utilizados no processo de elaboração. Toda atividade humana, como falar, contar, cantar, solfejar, escrever, representar um espaço, elaborar um esquema, ler, convencer, dialogar, dançar etc. é mediada pela incorporação de símbolos e signos com significado cultural. Se pretendemos que os alunos adquiram as capacidades necessárias para atuar desse modo devemos ajudá-los a dominar os diferentes sistemas e códigos culturais (MAURI, 1998, p.93).

Os pressupostos de que a aprendizagem é uma atividade culturalmente mediada tem suas raízes na Teoria da Atividade, já abordada no início deste capítulo. Em síntese, a “Teoria da Atividade” sustenta que as relações do sujeito, com tudo aquilo que existe no mundo objetivo, são mediadas. Esta relação se dá sempre através de ferramentas ou artefatos (concretos ou simbólicos) que trazem consigo suas histórias de desenvolvimento, traços e valores culturais da sociedade em que são utilizados. A intervenção daqueles que estão culturalmente mais preparados permite que os alunos construam as representações fundamentais da cultura em um tal nível de significado que os tornem capazes de viver em sociedade (MAURI, 1998).

2.2.2 Aprendizagem baseada na resolução de problemas

O psicólogo norte americano Jerome S. Bruner foi um dos grandes defensores da resolução de problemas para a aprendizagem. Ele acreditava que os indivíduos não usavam um único método ou lógica para resolver problemas e raciocinar, mas adotavam uma dentre um conjunto de estratégias diferentes, quanto à abrangência e à potência. Bruner procurou caracterizar os processos envolvidos na resolução criativa de problemas. O teórico preocupava-se com os processos cognitivos e também enfatizava o papel da cultura, da linguagem, da comunicação e da instrução no desenvolvimento do conhecimento e da compreensão (FONTOURA, 2002). Para ele, os indivíduos mais “maduros” comunicam aos mais “imatuross” os processos subjacentes do pensamento inteligente e adaptativo. Não só Bruner, mas também Piaget e Vygotsky, destacaram a importância da solução de problemas para a aprendizagem.

Contudo, a concepção de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) que se tem atualmente vem sendo difundida a partir dos pressupostos originados nas universidades Médicas McMaster, no Canadá, e Maastricht, na Holanda, na década de sessenta (CCS/UEL,

2002⁸; WHITE, 1996). O descompasso entre teoria e prática verificado no ensino da medicina gerou tal processo de mudança didática. Na aprendizagem baseada na resolução de problemas o acadêmico passa a entrar em contato com a prática desde os primeiros anos de faculdade, através de problemas definidos por uma equipe de tutores. Confrontando-se com situações ainda não conhecidas, o aluno passa a estudar a teoria de acordo com a contextualização prática de um problema, a discutir em grupo e a apresentar soluções. Após ser amplamente utilizado na área médica (enfermagem, veterinária, odontologia, fisioterapia etc.) o método está sendo adaptado a outras áreas do conhecimento, como economia, administração e engenharia, na busca de alternativas pedagógicas.

A ABP não constitui propriamente uma teoria, mas uma abordagem educacional. A solução de problemas baseia-se na apresentação de situações abertas e sugestivas que exijam dos alunos uma atitude ativa e um esforço para buscar suas próprias respostas, seus próprios conhecimentos. Segundo Pozo (1998), o ensino baseado na solução de problemas pressupõe promover nos alunos o domínio de procedimentos, assim como a utilização de conhecimentos disponíveis, para dar resposta a situações variáveis e diferentes. Portanto, ensinar os alunos a resolver problemas supõe dotá-los da capacidade de aprender a aprender, no sentido de habituá-los a encontrar por si mesmos respostas às perguntas que os inquietam ou que precisam responder, ao invés de esperar uma resposta já elaborada por outros e transmitida pelo livro-texto.

Para Pozo (1998) um dos veículos mais acessíveis para levar os alunos a aprender a aprender é a solução de problemas. Diante de ensino baseado na transmissão de conhecimentos, a solução de problemas pode constituir não somente um conteúdo educacional, mas principalmente, num enfoque ou numa forma de conceber as atividades educacionais. O método ABP é uma estratégia pedagógico-didática centrada no aluno em que os estudantes são confrontados com problemas mal estruturados, da vida real e assumem o papel de resolvidores (MIAO, 2000; MARTINS, 2002). O problema é o centro da aprendizagem, o professor é o facilitador do processo. A ABP, a aprendizagem através de projeto, a aprendizagem baseada em casos e o aprendizado cognitivo dão suporte à construção do conhecimento, em vez da transferência do conhecimento. Nesse contexto, fala-se no ensino

⁸ Centro de Ciências da Saúde/Universidade Estadual de Londrina. Disponível em: <<http://www.uel.br/ccs/pbl>> Acesso em: 17 abr. 2003.

centrado no aprendiz, que enfatiza o caráter interativo das atividades. Nessa estratégia professor e estudante são colaboradores⁹.

Numa abordagem clássica, um problema consiste numa situação em que o indivíduo ou um grupo quer ou precisa resolver e para a qual não dispõe de um caminho rápido e direto que o leve à solução (LESTER, 1983 apud POZO, 1998). Portanto, uma situação só pode ser entendida como problema na medida em que não se dispõe de procedimentos automáticos que nos permitam resolvê-los de forma imediata, sem exigir, de alguma forma, um processo de reflexão ou uma tomada de decisão sobre a seqüência de passos a ser seguido.

A distinção entre exercício e problema está relacionada ao contexto da tarefa que o aluno enfrenta. A realização de exercícios se baseia no uso de habilidades ou técnicas já aprendidas (ou seja, transformadas em rotinas automatizadas como consequência de uma prática contínua). O indivíduo limita-se a usar uma técnica quando enfrenta uma tarefa e/ou uma situação já conhecida (GONÇALVES; PEREIRA, 2003). Numa perspectiva mais aberta, um problema é, de certa forma, uma situação nova ou diferente do que já foi aprendido e requer a utilização de novas estratégias.

Na ABP os aprendizes adquirem progressivamente mais responsabilidade e autonomia pelo seu processo de aprendizagem. Assim, o professor vai se tornando um facilitador e orientador da aprendizagem. No método ABP os estudantes são ativos, trabalham em grupos e adquirem competências cognitivas e sociais. A ABP envolve equipes colaborativas, promovendo a interação entre os aprendizes, enfatizando as habilidades interpessoais dos estudantes (MIAO, 2002).

Pozo (1998) sugere alguns critérios que permitem transformar as tarefas escolares em problemas, em vez de simples exercícios. Assim, indica-se:

- Propor tarefas abertas que admitam vários caminhos possíveis de resolução e, inclusive, várias soluções possíveis, evitando as tarefas fechadas;
- Modificar o formato ou a definição dos problemas, evitando que o aluno identifique uma forma de apresentação com um tipo de problema;
- Diversificar os contextos nos quais se propõe a aplicação de uma mesma estratégia, fazendo com que o aluno trabalhe os mesmos tipos de problemas em diferentes momentos, diante de conteúdos conceituais diferentes;

⁹ Center for Problem-Based Learning. Disponível em: <<http://www2.imsa.edu/programs/cpbl/cpbl.html>>. Acesso em: 24 ago. 2003.

- Propor tarefas não só com um formato acadêmico, mas também dentro de cenários cotidianos e significativos para o aluno, procurando fazer com que o aluno estabeleça conexões entre ambos os tipos de situações;
- Adequar a definição do problema, as perguntas e a informação proporcionada aos objetivos da tarefa, usando, em diferentes momentos, formatos mais ou menos abertos, em função desses mesmos objetivos;
- Usar problemas com fins diversos durante o desenvolvimento ou seqüência didática de um tema, evitando que as tarefas práticas apareçam como ilustração, demonstração ou exemplificação de alguns conteúdos previamente apresentados ao aluno.

Durante a proposição do problema:

- Habituar o aluno a adotar as suas próprias decisões sobre o processo de resolução, assim como a refletir sobre o mesmo, dando-lhe uma autonomia crescente nos momentos de tomada de decisão;
- Fomentar a cooperação entre os alunos na realização das tarefas, mas também incentivar a discussão e os pontos de vista diversos, que obriguem a explorar o espaço do problema para comparar as soluções ou caminhos de resolução alternativa;
- Proporcionar aos alunos as informações que precisarem durante o processo de resolução, realizando um trabalho de apoio, dirigido mais a fazer perguntas ou fomentar nos alunos o hábito de perguntar-se do que dar a resposta às perguntas dos alunos.

Na avaliação do problema:

- Avaliar mais os processos de resolução seguidos pelo aluno do que a correção final da resposta obtida. Ou seja, avaliar mais do que corrigir;
- Valorizar mais o grau em que o processo de resolução envolve um planejamento prévio, uma reflexão durante a realização da tarefa e uma auto-avaliação pelo aluno do processo seguido;
- Valorizar a reflexão e a profundidade das soluções alcançadas pelos alunos e não a rapidez com que são obtidas.

a) Tipos de problemas

Uma das classificações mais utilizadas em ABP é a diferenciação entre problema “bem estruturado” e “mal estruturado”. Um problema bem definido ou estruturado é aquele no qual é possível identificar facilmente se foi ou não alcançada uma solução. Aqui, tanto o ponto de partida do problema (proposição) como o ponto de chegada (solução), e o tipo de operações que devem ser feitas entre ambos os pontos são especificadas de forma muito clara.

Ao contrário, um problema “mal definido” ou “mal estruturado” seria aquele no qual o ponto de partida e os passos necessários para resolução da tarefa são muito menos claros e específicos. Além disso, nas tarefas “mal estruturadas” é possível encontrar várias soluções muito diferentes entre si, todas elas válidas como forma de resolver o problema por meio de métodos também diferentes e igualmente válidos. Embora as diferenças entre os tipos de problemas possam trazer consigo divergências quanto aos procedimentos de resolução, também é verdade que existe uma série de procedimentos e habilidades que são fundamentais para solução de problemas e que as pessoas colocam em ação com maior ou menor competência. Assim, para resolver qualquer problema deve-se desenvolver algumas habilidades: atenção, recordação, comparação entre certos elementos etc. Também é verdade que estas habilidades têm que estar numa determinada ordem para que levem à meta desejada.

Os problemas também podem ser classificados como qualitativos e quantitativos. Os problemas qualitativos exigem uma resolução a partir de raciocínios teóricos, baseados nos seus conhecimentos, na necessidade de apoio em cálculos numéricos, e que não requer realização de experiências ou manipulações experimentais. São geralmente problemas abertos, nos quais se deve prever ou explicar um fato, analisar situações cotidianas ou científicas e interpretá-las. O objetivo principal destas questões é fazer com que o aluno relacione os conceitos científicos com fenômenos mais ou menos cotidianos. Para tanto, deve buscar seus conhecimentos prévios, vinculando-os com as informações que recebe. Já os problemas quantitativos caracterizam-se pela manipulação de dados numéricos, em que normalmente as estratégias de resolução estão fundamentadas no cálculo, na comparação de dados e na utilização de fórmulas.

b) A solução de problemas

A solução de um problema exige a compreensão da tarefa, a concepção de um plano que conduza à meta, a execução desse plano, e uma análise que determine se as metas foram alcançadas. Uma compreensão prévia do problema implica não somente compreender a linguagem e os símbolos na qual é apresentado, mas dar-se conta das dificuldades e obstáculos para tentar superá-los. Para que essa compreensão ocorra é necessário que além dos aspectos novos, o problema contenha elementos já conhecidos.

A solução de problemas envolve o estabelecimento de um plano e de sua execução, gerando novos problemas que precisam ser considerados. O primeiro e mais fundamental pressuposto dos estudos sobre solução de problemas é que as habilidades e estratégias de solução de problemas são específicas a um determinado domínio¹⁰ e, por isso, dificilmente transferíveis de uma área a outra. Não haveria regras gerais úteis para a solução de qualquer problema, ou seriam insuficientes e meramente orientadoras. Em outras palavras, as regras do “bom pensar” não garantiriam uma solução eficaz de problemas se não estiverem acompanhadas de um conhecimento contextual específico.

Pozo (1998) diferencia problemas científicos (que envolvem a relação entre conceitos) e cotidianos (problemas comuns ligados à vida do aprendiz), fazendo analogia entre as fases do método científico e as etapas de resolução de problemas. Contudo, explicita que o método científico não é só uma forma de resolver problemas, mas também de propô-los. A ciência gera seus problemas a partir de cenários idealizados. Não se trata tanto de resolver problemas da realidade, mas de validar modelos projetados para avaliar ou representar a realidade.

Segundo o Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual de Londrina (CCS/UEL)¹¹, os instrumentos necessários para a aplicação da ABP estão centrados no currículo, no grupo tutorial, nas funções do tutor, nos temas de estudo, nos problemas, na aquisição de habilidades, na avaliação e no gerenciamento. O grupo tutorial é a base do método ABP. No grupo, os alunos são apresentados a um problema previamente elaborado por uma comissão, de caráter interdisciplinar, formado por docentes e alunos. O problema

¹⁰ Pesquisas e programas de intervenção projetados atualmente, a partir da psicologia instrucional, partem do pressuposto de que o uso das habilidades cognitivas é, em grande parte, condicionado pelo conteúdo das tarefas às quais são aplicados. Nos últimos anos, os modelos mais gerais têm sido substituídos por outros mais específicos, baseados em grande parte na comparação entre pessoas com diferentes graus de especialização na solução de problemas concretos.

¹¹ Universidade Estadual de Londrina: Disponível em: <<http://www.uel.br/ccs/pbl.htm>>. Acesso em: 03 set. 2002.

deverá atender ao conteúdo curricular abordando um tema do conhecimento. Da discussão, os alunos deverão formular objetivos de aprendizado, análogos aos imaginados pelos especialistas. O grupo geralmente é composto por 8 ou 10 alunos, mais um tutor, um professor que garantirá o desempenho do grupo¹². No grupo, um aluno deverá ser o coordenador, que deverá garantir a participação dos membros na discussão e zelar pela forma metódica no trato com os problemas; outro aluno será o secretário, encarregado de anotar as etapas da discussão.

O CCS/UEL sugere que sejam aplicadas sete etapas no processo de resolução dos problemas:

1. Leitura do problema, identificação e esclarecimento de termos desconhecidos;
2. Identificação dos problemas propostos pelo enunciado;
3. Formulação de hipóteses explicativas para os problemas identificados no passo anterior (os alunos, nesta fase, se utilizam do conhecimento que já possuem sobre o assunto);
4. Resumo das hipóteses;
5. Formulação dos objetivos de aprendizado (trata-se da identificação do que o aluno deverá estudar para aprofundar os conhecimentos incompletos formulados nas hipóteses explicativas);
6. Estudo individual dos assuntos levantados nos objetivos de aprendizado; e
7. Retorno ao grupo para rediscussão dos problemas frente aos novos conhecimentos adquiridos na fase anterior.

O papel do professor tutor consiste em garantir que o grupo trabalhe, que o coordenador e o secretário desenvolvam seus papéis, assim como todos os outros alunos, e que as discussões não se distanciem do tema. O tutor deve conhecer os objetivos de aprendizado antecipadamente, porém não os deverá impor. Pozo (1998) alerta para que o professor tenha clareza quanto aos objetivos do problema antes de enunciá-lo e que estes não sejam muito abertos (pois os alunos podem não saber como abordá-lo). O problema pode ser melhor delimitado a partir de novas perguntas, da criação de analogias que permitam chegar a uma maior compreensão da situação e auxiliem na indicação de hipóteses.

¹² Segundo Barrows (1986) os grupos em ABP devem ser pequenos (entre 5 ou 7 estudantes). Disponível em: <<http://pbli.org/pbl/pbl.htm>>. Acesso em: 24 ago. 2003.

A ativação de conhecimentos prévios na solução de um problema é muito importante. Os conhecimentos prévios dos alunos têm um caráter predominantemente perceptivo, como uso de um raciocínio casual simples, influência da cultura e da sociedade, canalizada, sobretudo, a partir da linguagem e dos meios de comunicação. Instituições como a *Southern Illinois University* (SIU) ¹³ partiram desses pressupostos ao adotarem o currículo baseado na estratégia ABP. O currículo é organizado por módulos temáticos, em distintos níveis e complexidade.

Nas disciplinas sociais os problemas quase nunca apresentam uma resposta única, pois decorrem da multiplicidade ligada ao todo do fato. Envolvem questões geográficas, culturais, políticas etc. A inexistência de soluções “corretas” em muitos problemas das disciplinas sociais tem por objetivo tornar os alunos conscientes de que diante de diversos problemas cabem diversas respostas; que essas respostas podem ser melhores ou piores em função dos critérios escolhidos e que são poucas as ocasiões nas quais é possível aplicar critérios amplamente aceitos (POZO; CRESPO, 1998).

Os problemas nas áreas de estudos sociais são mediados por fontes de informação, a saber: mapas, fotos, imagens, gráficos e tabelas. Nesse caso, é exigido domínio dos códigos informativos por parte dos estudantes. Assim, salienta-se a necessidade de contar com a experiência mínima da leitura, do manejo de diferentes códigos de informação e linguagens e exercitar os alunos na interpretação e no significado explícito de textos, assim como na observação, na análise descritiva de mapas, gráficos, imagens, objetos materiais e vestígios.

2.3 Ensino assistido por computador

O computador tem sido usado no processo de ensino a partir de duas grandes concepções, a saber: o Ensino Assistido por Computador (EAC), dentro do enfoque tradicional em que o modelo de *software* segue métodos dirigidos de pergunta e resposta, e o Ensino Inteligente Assistido por Computador (EIAC) baseado na ciência da cognição e nos sistemas de interatividade.

Os programas EAC originaram-se a partir de conceitos da Psicologia do Comportamento e da Cibernética (BRUILLARD, 1997) e tiveram como precursor o psicólogo americano B. F. Skinner. Em seu artigo de 1954, "A ciência do aprendizado e a arte do

¹³ SIU. Disponível em: <<http://paserver3.som.siu.edu/ProblemBased.html>>. Acesso em: 24 ago. 2003.

ensino", Skinner afirmava que a eficiência do aprendizado está ligada à aplicação dos seguintes princípios: envolvimento ativo do assunto, seqüências curtas, progressão gradativa conforme o ritmo do aluno, verificação imediata e resposta certa à questão colocada. Um programa de ensino define-se, antes de tudo, como uma corrente de pesquisa. A matéria a ensinar é apresentada sob a forma de programa (implicando análise, organização e progressão) e o aluno é posto na presença deste programa pelo intermédio de um apoio: livro, cartão ou máquina. O interesse pela variedade de formas de apresentação de um determinado tema também está a serviço da teoria do reforço (BRUILLARD, 1997).

Os conceitos gerais da Cibernética (informação, controle e realimentação) também foram aplicados a essa concepção de ensino. Assim, a pedagogia surge como uma operação final de transmissão de informações. Ela pode ser descrita em três etapas:

- a) transmissão das informações de um emissor ativo, o professor, a um receptor, o aluno, cuja relação de comunicação pode ser ilustrada por canais que unem um computador a seus periféricos,
- b) assimilação que concerne ao receptor;
- c) validação e controle do receptor pelo emissor, o que permite fechar o laço de controle.

Os limites das análises de Skinner, associados a um constrangimento sobre as limitações de pesquisa, no sentido do que é observável e mensurável, geraram fortes críticas a esse modelo de instrução programada. Esse modelo instrucional carece ainda de motivações mais profundas, não somente mecânica e externa, mas pessoal e afetiva.

2.3.1 Ensino Inteligente Assistido por Computador (EIAC)

Na busca de ambientes que respondam às questões pedagógicas algumas pesquisas têm utilizado sistemas inteligentes de apoio à aprendizagem ou Ensino Inteligente Assistido por Computador (EIAC). Este modelo se utiliza da Inteligência Artificial para constituição de ambientes de aprendizagem. São mídias em evolução que podem oferecer diferentes modos de organização da informação e do processo de aprendizagem.

Os sistemas EIAC são um campo da ciência cognitiva que interage com diversas disciplinas como a informática, a inteligência artificial, a didática, a psicologia cognitiva e as ciências da educação.

Cabe ressaltar a importante diferença entre os conceitos “aprendizagem assistida por computador” e “aprendizagem interativa assistida por computador”. No primeiro caso, tem-se os programas tutores (inteligentes ou não), em que o usuário não tem flexibilidade para intervir na agenda de ensino do programa, assim, o aprendiz se contenta em fornecer uma resposta à uma solicitação da tela. O segundo, refere-se aos ambientes interativos¹⁴ de ensino, onde o usuário dispõe de recursos que permitem integrá-lo como uma parte da imagem, do cenário onde os personagens envolvidos podem se comportar diferentemente, de acordo com a ação do aprendiz ou com a situação. O sentido de interatividade para Bruillard (1994) está no limite das atividades possíveis com os recursos informáticos programados. Para ele a interatividade consiste na manipulação de todos os recursos disponíveis dentro de uma modelagem, ou seja, tudo aquilo que é fornecido pela máquina e colocado à disposição do usuário, enquanto a interação pressupõe a intervenção do aprendiz como autor, ou seja, permite a autonomia do usuário.

Andrade e Vicari (2003) apóiam-se na obra de Murray (1999) para especificar sete categorias ou estratégias de Sistemas Tutores Inteligentes que operam em ambientes de aprendizagem. As estratégias podem ser descritas em categorias voltadas tanto para a estrutura curricular tradicional, preocupada com módulos, tópicos e unidades, como para estratégias mais adaptativas, voltadas para a performance e o desempenho do aluno. As categorias foram agrupadas de acordo com o tipo de sistema tutor que produzem, assim:

- Na categoria currículo seqüencial, a estrutura do tutor está dividida em unidades instrucionais;
- Na categoria estratégias de tutoria (guia), o autor toma decisões instrucionais incluindo como e quando atuar na interação;
- Na categoria de simulação e treinamento, a ação do tutor é baseada na metáfora da “aprendizagem através do fazer”;
- Na categoria sistema especialista, o tutor observa o comportamento do aluno e constrói seu modelo cognitivo, comparando o modelo do aluno com o modelo do especialista; e

¹⁴ No âmbito do uso das tecnologias informáticas no processo de aprendizagem, os termos interação e interatividade comumente são confundidos. Para Belloni (1999), o conceito sociológico de interação implica uma ação recíproca entre dois ou mais atores, em que ocorre uma intersubjetividade, ou seja, encontro de sujeitos. Esta ação pode ser direta ou mediatizada por algum veículo técnico de comunicação, como telefone, computador etc. Já a expressão interatividade diz respeito somente às possibilidades técnicas que envolvem a ação do usuário em relação a uma máquina ou sistema, recebendo em troca algum tipo de retroação da máquina.

- Na categoria conhecimentos múltiplos, o tutor adequa a estratégia de ação de acordo com o tipo da tarefa proposta ao aluno;
- Na categoria sistemas de propósito especial, o tutor é especialista em tarefas ou domínios particulares;
- Na categoria hipermídia inteligente e adaptativa, o tutor é capaz de monitorar o *login* ou *profile* do aluno, adaptando o conteúdo e as estratégias de ensino ao nível de dificuldades e interesses de cada aluno.

2.3.2 Hipermídia pedagógica

Os sistemas hipermídia apresentam grande potencial para o campo da educação. Num ambiente hipermídia, a informação pode estar organizada de forma não linear integrada a diferentes mídias, dentre elas texto, gráfico, áudio e vídeo. Hipertexto e hipermídia compreendem sempre uma rede de informações, uma representação por carta (ou mapa), menus e modos de leitura e de navegação na rede.

Em termos de hipermídia, ilhas e blocos de informações são construídos, podendo ser textos, imagens, animações, gráficos, seqüências sonoras e outras conexões formando um micro-mundo onde os objetos e informações nascem, residem, evoluem, se organizam e circulam. A hipermídia se situaria no quadro mais geral das tecnologias da inteligência¹⁵, entre as tecnologias textuais e informáticas.

Os sistemas hipermídia são interessantes para o Ensino Assistido por Computador (EAC), pois eles trazem um certo número de funções que faltam à maioria dos *softwares* educativos (grande interação, exploração de bases de dados, multimídia volumosos...). Além disso, com esses sistemas, as separações tradicionais entre o aparato técnico do autor e o “produto educativo” podem ser anuladas. Por todas essas razões, os sistemas hipermídia são cada vez mais utilizados como instrumentos de autoria no ensino (prototipagem e realização de um curso).

Contudo, a utilização de sistemas hipermídia no ensino impõem um processo de reflexão. Primeiramente, os modelos EAC e EIAC desenvolveram meios satisfatórios do ponto de vista dos autores (analistas de respostas, módulos de diagnósticos, módulos *experts*, *software* de prototipagem...), resultando, geralmente, em programas educativos muito

¹⁵ Tecnologias da inteligência: expressão usada por Lévy (1993), em suas obras, para conceituar as novas formas de informação e comunicação com base na linguagem digital.

direcionados do ponto de vista do aluno. Por outro lado, os sistemas hipermídia são agradáveis ao estudante, mas sua liberdade de navegação torna-os incompatíveis com as várias abordagens pedagógicas, ou seja, torna-se difícil acompanhar e avaliar a aprendizagem real dos alunos.

Nesse contexto, cada vez mais pesquisas buscam inserir estados mentais (desejos, intenções necessidades, expectativas e outros) aos ambientes de ensino-aprendizagem a partir do conceito de agentes pedagógicos¹⁶. Os agentes pedagógicos são assim chamados por ser seu raciocínio guiado por estratégias e táticas pedagógicas. Segundo Andrade e Vicari (2003), quando os agentes de aplicação são associados aos ambientes de aprendizagem estes agentes são denominados de agentes pedagógicos. Estes possuem um conjunto de objetivos de ensino aprendizagem e planos para alcançar estes objetivos, assim como planos de persuasão (isto é, estratégias de ensino) e recursos associados ao ambiente.

2.3.3 Aprendizagem e Realidade Virtual

A concepção de que o estudante deva ser um participante ativo do processo de aprendizagem tem estimulado as pesquisas que buscam integrar educação e realidade virtual. Em especial, as abordagens construtivistas têm investido no potencial de simulação de fenômenos como apoio à aprendizagem.

Para Lévy (1999), um mundo virtual – considerado como o conjunto de códigos digitais – é um potencial de imagens, enquanto uma determinada cena, durante uma imersão no mundo virtual. A informação digitalizada pode ser considerada virtual, pois enquanto tal é inacessível ao ser humano em sua plena realidade - toma-se conhecimento direto de sua atualização através da exibição do problema. Os códigos invisíveis atualizam-se em algum lugar, em textos legíveis, em imagens visíveis sobre a tela, em sons audíveis¹⁷.

O desenvolvimento de redes digitais interativas favorece, indiretamente, outros movimentos de virtualização. A virtualização extensiva no ciberespaço acelera a virtualização da economia, da sociedade, da cultura e da arte (LEVY, 1999).

¹⁶ O termo “agente pedagógico” surgiu em 1997. É usado para denominar os agentes construídos que dão suporte à aprendizagem humana, pois operam com base em estratégias pedagógicas. Quando um sistema é formado por mais de um agente, ele é conhecido como Sistema Multi Agente – MAS (ANDRADE, VICARI, 2003, p. 266).

¹⁷ Para a Filosofia (DELEUZE, 1988), o virtual pode ser definido como uma estrita parte do objeto real – como se o objeto tivesse uma de suas partes no virtual e mergulhasse aí como uma dimensão objetiva – o virtual não se opõe ao real mas se opõe ao atual, o seu processo é a atualização. O virtual difere do possível (este sim se opõe ao real e seu processo é a realização).

Lévy (1999) classifica de realidade virtual – num sentido mais forte – a atualização do virtual que se dá pelo processo de imersão – uma interação sensório-motora com o conteúdo de uma memória de computador, através de instrumentos especiais como capacetes estéreoscópicos e luvas. No sentido restrito (menos forte), quando a atualização do virtual se dá por navegação, por proximidade. O sujeito é imerso no mundo virtual através de uma imagem em si mesmo (avatar) e cada ato do indivíduo modifica sua imagem nesse mundo virtual. Esse sistema está baseado em uma modalidade tátil e proprioceptiva (real ou transposta), desenvolvida em princípio de cálculo em tempo real de uma interação de um modelo digital do explorador com o modelo de uma situação, enquanto o explorador controla os feitos e gestos do modelo que o representa na simulação (programas baseados em agentes inteligentes, jogos (LÉVY,1999).

O modelo virtual mais leve, para Lévy (1999), é a virtualidade informática. Esse modelo considera que uma imagem é virtual se sua origem for uma descrição digital em uma memória de computador. Nesse caso, o virtual (memória do computador) se atualiza na tela. Torna-se mais virtual quando sua descrição digital não é um depósito estável na memória de um computador, mas é calculada em tempo real, por um programa a partir de um modelo e de um fluxo de dados de entrada. Assim, nessa classificação, os hipertextos, hiperdocumentos, banco de dados e simulações interativas dizem respeito a uma virtualidade informática no sentido amplo. Essa virtualidade é resultante da digitalização e se processa pela geração automática, ou de cálculos, de uma grande quantidade de textos, dados, mensagens, imagens sonoras, visuais e táteis, em função de uma matriz inicial (programa) e uma interação em processo.

Um mundo virtual, no sentido amplo, é um universo de possíveis, calculáveis a partir de um modelo digital. Ao interagir com um mundo virtual, os usuários o exploram e o atualizam simultaneamente. Quando a interação pode enriquecer ou modificar o modelo; o mundo virtual torna-se um vetor de inteligência e criação coletiva (LÉVY, 1999, p.75).

Atualmente existem diversos dispositivos ou materiais utilizados em interfaces virtuais imersivas. O computador utiliza as regiões das mãos e do cérebro (dos olhos principalmente) para uma maior interação com o sistema sensório-motor do homem. Dentre os diversos equipamentos utilizados em ambientes virtuais pode-se citar: Gloves, luvas que capturam os movimentos das mãos e dos dedos; visores ou capacetes virtuais; e as interfaces geradoras de sensação de tato. No extremo oposto estão os sistemas virtuais não-imersivos que "rodam" em um computador de mesa, e que apresentam um ambiente bidimensional com

o qual os estudantes interagem usando teclado e mouse. Neste último a aplicação não envolve totalmente o usuário.

Se a Realidade Virtual (RV) é capaz de auxiliar no processo de aprendizagem dos estudantes é devido a seus atributos. Estes atributos podem então ser manipulados como variáveis independentes em estudos experimentais de RV. Winn (1997) propôs uma estrutura para pensar sobre as características da RV. Ele explicita que ambientes baseados em computador podem ser classificados ao longo de três dimensões, as quais ele denomina autonomia, presença e interação.

Diferentes tecnologias são caracterizadas por diferentes graus de autonomia, presença e interação. Sistemas de televisão, por exemplo, possuem alta autonomia, baixa interação e presença variável dependendo do gênero do programa. *Softwares* tutoriais possuem alta interação, mas baixa presença e autonomia. Jogos de computadores possuem alta interação e presença, mas baixa autonomia. Somente a RV possui alta autonomia, interação e presença. Parte dessa riqueza simulacional vem sendo aproveitada pela indústria de jogos eletrônicos que vêm construindo ambientes virtuais gráficos extremamente ricos, além de possibilitarem níveis de interatividade cada vez mais complexos.

Os pesquisadores envolvidos em projetos de RV crêem que o futuro das tecnologias vai convergir para ambientes de RV cada vez mais complexos, permitindo níveis cada vez maiores de imersão, interatividade e envolvimento. Hoje a RV já é aplicada em muitos projetos, nas áreas militares, médicas, artísticas, de entretenimento e na área de educação.

A RV abre imenso potencial para o ensino, na medida em que este poderá trilhar caminhos da construção do conhecimento de forma mais lúdica, mais interativa envolvendo um número maior de sentidos e, portanto, possibilidades cognitivas muito mais ricas. Isso implica ainda uma capacidade muito maior de representar visual e sonoramente, idéias, conceitos abstratos, impossíveis de serem representados através da escrita, da oralidade ou mesmo do cinema e da TV. Entretanto, muitas questões surgem para determinar o "valor agregado" de ambientes imersivos para o aprendizado. Destaca-se a necessidade de especificar o processo didático e os meios para definir a modelagem dos processos de aprendizagem. É fundamental analisar a concepção de ensino que apóia o material, a organização, os conceitos e o encaminhamento pedagógico de todo o processo. Como salienta Pontes (1999), educação virtual é, antes de tudo, educação à distância, que com essa denominação e com outras tecnologias mais simples já havia rompido a limitação a um

ambiente fixo e aos métodos viáveis somente com a presença física, face a face, entre professor e estudantes.

2.4 Educação à distância mediada por computadores

A aprendizagem a distância por computador trouxe novas perspectivas para o campo do Ensino a distância tradicional. Neste tópico parte-se da caracterização de EAD, busca-se fundamentar os processos de aprendizagem que enfatizam as interações entre os próprios estudantes e a colaboração que resulta de tais interações. Tais elementos começam a indicar um novo paradigma educacional.

2.4.1 Caracterização de Educação a Distância

A Educação A Distância (EAD) atinge em todo mundo, sobretudo o público jovem e adulto. É aplicada principalmente na capacitação autoformativa, incrementando conhecimentos e habilidades de forma auto-instrutiva, por pessoas que já trabalham ou se preparam para o mercado de trabalho. No âmbito da educação continuada, a EAD visa acompanhar o avanço da ciência e da tecnologia, assim como as demandas sociais; e na educação permanente, oferece conhecimentos e possibilidades a pessoas que desejam enriquecer sua cultura ou sua produtividade social, independente de idade (LANDIN, 1997).

Educação a distância pode ser conceituada como um processo de comunicação em duas vias – professor/aluno, aluno/professor – separados por uma distância geográfica durante a maior parte do processo de aprendizagem, utilizando algum tipo de tecnologia para facilitar e apoiar o processo educacional, bem como permitir a distribuição do conteúdo do curso (CRUZ; BARCIA, 1999).

Palloff e Pratt (2002) citando o *California Distance Learning Project* apresentam os seguintes elementos definidores do processo de aprendizagem a distância:

- A separação física do professor e do aluno, pelo menos, na maior parte do processo;
- O uso de mídia educacional para unir professor e aluno e para transmitir o conteúdo do curso;

- O oferecimento de uma via dupla de comunicação entre o professor, tutor ou agente educacional e o aluno;
- A separação professor aluno no tempo e no espaço; e
- O controle volitivo da aprendizagem com o estudante, em vez de com o professor.
- A comunicação bidirecional: o estudante não é mero receptor de informações, de mensagens, apesar da distância busca-se estabelecer relações dialogais, criativas, críticas e participativas.

Com base nas definições de vários autores da área, Landim (1997) e Rodrigues (1998), discorrem sobre as principais características da educação à distância enfatizando a importância do “aprendizado independente e flexível”, mas no sentido de tornar o aluno capaz de “aprender a aprender” e “aprender a fazer”, de forma flexível, respeitando sua autonomia em relação a tempo, estilo, ritmo e método de aprendizagem, tornando-o consciente de suas capacidades e possibilidades para sua formação.

Em síntese, a Universidade de *Wisconsin (Continuing Education Extension)*¹⁸ explicita que: “Educação a distância pode ser definida como uma experiência de ensino/aprendizagem planejada que usa um grande espectro de tecnologias para alcançar os alunos à distância, sendo desenhada para encorajar a interação com os alunos e a comprovar o aprendizado” (TRIPATHI, 1997).

2.4.2 As tecnologias de comunicação e o aprendizado à distância

A EAD só se fez possível com as tecnologias, e não se deve restringir essa afirmação somente às novas. Alguns historiadores de EAD asseguram que mesmo em tempos muito remotos, já havia comunicação à distância entre mestres e discípulos, através de correspondência, talvez utilizando papiros. Embora não pensemos nisso com muita frequência, papel, pincel, lápis e tinta são tecnologias, assim como a própria palavra escrita (PONTES, 1999).

¹⁸ Disponível em: <<http://www~icdl/export/northame/unitedst/uniwisc/inst/index.htm>> Acessado em: 15/04/03.

A chamada primeira geração do aprendizado à distância (LANDIN, 1997; RODRIGUES, 1997) caracteriza-se pelo ensino por correspondência, como uso de materiais impressos e escritos. A segunda geração do aprendizado à distância, também chamada de ensino multimídia à distância (NIPPER, 1989), vem sendo desenvolvida desde a década de sessenta, integrando o uso de impressos com mídias de transmissão, cassetes e até computadores, como exibe o quadro 1.

Geração	Início	Características
1. ^a	até 1970	Estudo por correspondência, no qual os principais meios de comunicação eram materiais impressos, geralmente um guia de estudo, com tarefas ou outros exercícios enviados pelo correio.
2. ^a	1970	Surgem as primeiras Universidades Abertas com design e implementação sistematizadas de cursos a distância, utilizando, além do material impresso, transmissões por televisão aberta, rádio e fitas de áudio e vídeo, com interação por telefone, satélite e TV a cabo.
3. ^a	1990	Esta geração é baseada em redes de conferência por computador e estações de trabalho multimídia.

Fonte: Moore e Kearsley (1996).

Quadro 1: As gerações da educação a distância e as tecnologias

Segundo Nipper (1989), nos dois primeiros modelos de EAD (quadro 1), o ensino é um processo de estruturação e distribuição da informação sob certos temas, na forma de material de aprendizado impresso ou transmitido. A comunicação assume uma forma de aprovação ou desaprovação em relação às respostas dadas pelos estudantes. O aprendizado seria, assim, a retenção de informações oferecida pelo material de estudo. O que o estudante comunica é o que acha serem as respostas corretas às questões de suas tarefas caseiras. Já nos modelos de terceira geração, a comunicação e o aprendizado, como um processo social, serão os elementos principais no desenvolvimento conceitual. Não é possível promover a noção do aprendizado como um processo social sem acessar instalações de comunicação interativa. Nos modelos de terceira geração, a função mais importante do professor no ensino mediado por computador será manter o rumo do progresso, assumido e desenvolvido no decorrer do curso. O professor terá uma função importante ao assegurar a continuidade do processo de aprendizado de acordo com as metas do grupo e os objetivos do curso (NIPPER, 1989).

Quanto à acessibilidade, a educação à distância pode ser classificada na modalidade aberta ou fechada. A modalidade aberta caracteriza-se pela ausência de requisitos para a entrada e de um espaço físico para docência presencial. Pode atingir grupos e minorias ou grupos sem condições de frequentar escolas tradicionais. Os cursos de EAD abertos são geralmente planejados por uma instituição. Em geral, os interessados, a partir de um contrato de adesão, realizam o curso que é relativamente padronizado. Essa modalidade é preferida para as ações governamentais direcionadas à comunidade (SOUZA, 1999). Além dessas iniciativas, o financiamento é pessoal, o que torna os custos altos. Os cursos abertos também são apropriados para o desenvolvimento de atividades de educação geral, não profissionalizantes, mas de relevância para a comunidade, como cultura, lazer, saúde e etc. Os rádios e TVs são veículos que atuam exclusivamente no modo aberto. Já a internet e o correio, embora adequados ao modo aberto, são dirigidos a segmentos mais restritos e assim não chegam a formar o escopo específico do modo aberto.

A educação à distância de modo fechado é acessível a um grupo específico de pessoas, identificadas e pré-selecionadas. Estas pessoas podem não estar no mesmo lugar, mas devem possuir um perfil comum. A EAD de modo fechado caracteriza-se pela distribuição e recepção de conteúdos e serviços apenas para os matriculados pela oferta de cursos com currículos adequados às necessidades dos alunos, e, portanto, com menor grau de padronização, orientação e monitoramento dos prazos. Os programas à distância no modo fechado possibilitam maior grau de interatividade em consequência do reforço dos laços comuns entre os participantes.

2.4.3 A especificidade da aprendizagem on-line

A educação on-line constitui um novo domínio (HARASIM, 1989). Ela partilha atributos com a educação presencial e com educação à distância, mas a natureza do meio é distinta em suas implicações para a educação.

A educação face a face facilita a interação ‘de muitos para muitos’, mas é dependente de tempo e espaço. Ainda que atividades de classe permitam interações de grupo, estas atividades requerem que os participantes estejam juntos no mesmo local e ao mesmo tempo. Enquanto a educação a distância não é dependente de espaço e razoavelmente flexível quanto ao tempo, implica mais em um modelo de um para muitos ou “de um para um” (tutor) do que um modelo de interação “de muitos para muitos”.

Modelos teóricos ou práticos de outros domínios não são adequados para informar ou explicar as atividades na educação on-line. A natureza de grupo da conferência por computador pode ser o componente mais fundamental ou crítico para estabelecer o alicerce da construção da teoria, do projeto e da implementação das atividades da educação à distância.

O aprendizado on-line é independente de lugar, assim como de tempo. Os participantes podem estar geograficamente distribuídos. A independência de tempo refere-se ao fato de que a comunicação baseada em conferência por computador é baseada em comunicação assíncrona (ou seja, não acontece simultaneamente, em tempo real). Distintamente da interação presencial ou por telefone, que acontece em tempo real, as mensagens dentro de conferências são armazenadas em um computador central onde esperam acesso pelo endereço. Ainda que o *design* dos cursos on-line possuam algumas linhas-guias como parâmetros organizacionais de tempo, não é necessário que as atividades sejam simultâneas; há uma flexibilidade muito maior a respeito de quando o usuário pode participar e por quanto tempo. “Essa assincronicidade aumenta o acesso, já que usuários podem participar no momento e lugar que lhes é conveniente” (HARASIN, 1989).

2.4.4 Os ambientes virtuais de aprendizagem

Um Ambiente Virtual de Aprendizagem é um sistema que reúne uma série de recursos e ferramentas, permitindo e potencializando sua utilização em atividades de aprendizagem através da internet em um curso a distância (VAVASSORI; RAABE, 2003). A tecnologia gera ambientes que dão suporte às diferentes formas de relacionamento. No caso específico da internet, a estratégia cliente-servidor permite a criação de espaços de compartilhamento e troca de informação. Estes ambientes virtuais favorecem a descentralização e a distribuição de informações relativas ao conhecimento humano. Acopladas a esses ambientes há ferramentas para movimentar informação e facilitar o contato entre as pessoas (FUCKS, 2000).

Para Santos (2003) um ambiente virtual é um espaço fecundo de significações onde seres humanos e objetos técnicos interagem, potencializando a construção de conhecimentos e logo a aprendizagem. A autora entende por aprendizagem:

todo o processo sócio-técnico em que os sujeitos interagem na e pela cultura, sendo esta um campo de luta, poder, diferença e significação, espaço para construção de saberes e conhecimento. As tecnologias digitais podem potencializar e estruturar novas sociabilidades e conseqüentemente novas aprendizagens (SANTOS, 2003).

Mason (1998) classifica os ambientes virtuais de aprendizagem em três tipos:

- **Ambiente instrucionista:** ambiente centrado nos conteúdos, geralmente tutoriais ou formulários enviados por e-mail, normalmente respondidos por monitores e não exatamente pelo autor. A interação é mínima e a participação on-line do estudante é praticamente individual. Esse tipo de ambiente é o mais comum e representa o tradicional curso instrucionista onde a informação é transmitida como na aula expositiva presencial.
- **Ambiente interativo:** ambiente centrado na interação on-line, onde a participação é essencial no curso. Tem como objetivo atender também as expectativas dos estudantes. Valoriza-se a discussão e a reflexão. Os materiais têm o objetivo de envolver e são desenvolvidos no decorrer do curso, a partir das opiniões e reflexões dos participantes formuladas nas listas de discussões. Existe o incentivo à responsabilidade individual no sentido de desenvolver suas próprias interpretações. As atividades podem ser organizadas por áreas de interesse. Profissionais externos podem ser chamados para conferências. Neste caso o papel do professor é mais intenso, pois as atividades são criadas no decorrer do curso. Ocorrem também eventos sincrônicos (*chats*).
- **Ambiente cooperativo:** ambiente cujos objetivos são o trabalho colaborativo e a participação on-line. Existe muita interação entre os participantes por meio de comunicação on-line, construção de pesquisas, descobertas de novos desafios e soluções. O conteúdo do curso é fluido, dinâmico e determinado pelos indivíduos do grupo. O suporte e a orientação existem, mas são menores. O curso difere do presencial por possibilitar a construção de comunidades de aprendizes. É importante que todos tenham um bom relacionamento e proximidade.

Para Santos (2003) um AVA é uma organização viva, onde seres humanos e objetos técnicos interagem num processo complexo que se auto-organiza na dialógica das suas redes e conexões. A construção de sites que sejam AVA com interfaces disponíveis no ciberespaço é importante:

- a) agregar o princípio da hipertextualidade, conexões com outros sites e documentos, intratextualidade (conexões com o mesmo documento), multivocalidade (agregar diferentes pontos de vista); navegabilidade (ambiente simples, de fácil acesso, e transparente quanto às informações, mixagem

(integração de várias linguagens: sons, texto, imagens dinâmicas, gráficos, mapas, multimídia, integração de vários suportes midiáticos;

- b) potencializar comunicação interativa síncrona (em tempo real) e assíncrona;
- c) criar atividades de pesquisa que estimulem a construção do conhecimento a partir de situações-problema, onde o sujeito possa contextualizar questões locais e globais do seu universo cultural;
- d) criar ambiências para avaliação formativa, onde os saberes sejam construídos num processo comunicativo de negociações, onde a tomada de decisões seja uma prática constante a (re) significação processual das autorias e co-autorias;
- e) incentivar e disponibilizar conexões lúdicas, artísticas e navegações fluídas.

Os AVA que valorizam maior potencial para interação apresentam as seguintes ferramentas:

- **os chats:** possibilitam a comunicação em tempo real. Todos podem se comunicar com todos que estiverem conectados pelo ambiente virtual. Além da comunicação todos-para-todos essa ferramenta também possibilita uma comunicação mais reservada (um/um).
- **os fóruns:** permitem o registro e a comunicação de significados por todo o coletivo através da tecnologia.
- **as listas de discussão:** estas têm quase as mesmas características do fórum; são utilizadas para comunicação assíncrona, evidenciando a comunicação todos/todos. Contudo, difere no sentido que as mensagens são socializadas no formato do correio eletrônico, não exigindo do usuário o acesso a um ambiente específico para enviá-las e recebê-las.
- **os blogs:** podem ser caracterizados como “diarismo on-line”. Através dessa ferramenta os indivíduos podem editar e atualizar mensagens no formato hipertextual. Além de disponibilizar textos, imagens, sons a qualquer tempo e espaço, é possível interagir com outros sujeitos, pois outros usuários podem interferir no conteúdo veiculado pelo autor do *blog*.

2.4.5 O potencial do aprendizado colaborativo

Aprendizado colaborativo ou em grupo refere-se a um conjunto de métodos instrucionais nos quais os estudantes são encorajados ou requeridos a trabalhar juntos em questões acadêmicas. É a interação entre os estudantes que distingue processos colaborativos de outros ambientes de aprendizado.

As pessoas geralmente aprendem melhor quando têm oportunidade de trabalhar em grupo, através de processos de cooperação e colaboração, seja em projetos conjuntos ou trabalhando na resolução de um problema dentro de um contexto de uma situação particular. As teorias de aprendizagem que evidenciam o aprendizado colaborativo, como o sócio-construtivismo, vêem o estudante como um participante ativo no processo, envolvido na construção do conhecimento através de um processo de discussão e interação com opiniões divergentes. Assim, segundo este ponto de vista, o conhecimento emerge do diálogo ativo, a partir da formulação de idéias e pela construção de conceitos através das reações e respostas de outros a estas formulações.

A criação de ambientes de Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador (ACAC) são o reflexo mais atual deste enfoque da aprendizagem, fundamentada nas idéias de desenvolvimento cognitivo de Piaget e Vygotski, entre outras. Projetos nessa linha criaram um campo de pesquisa interdisciplinar, envolvendo conceitos de aprendizagem cooperativa, conhecido como *Computer Supported Cooperative Learning* (CSCL), ou *Computer Supported Cooperative Work* (CSCW) (MCCONNEL, 1994). O CSCL ambiciona implementar ambientes colaborativos centrados na aprendizagem. Por sua vez, o Trabalho Cooperativo Apoiado por Computador (CSCW) trata da cooperação em locais de trabalho e da área empresarial de forma genérica. Assim sendo, o CSCW constitui uma disciplina científica que descreve como resolver aplicações *groupware*, ou seja, como definir e ampliar o *software* e o *hardware* para que estes possam suportar e ampliar o trabalho em grupo. Alguns autores consideram o sistema CSCL como uma sub-divisão dos sistemas CSCW dedicados às aplicações educacionais, já que muitas vezes suportam atividades básicas do trabalho cooperativo ao mesmo tempo em que agregam elementos associados a atividades de aprendizagem e tutoria (TAROUCO, 2002).

Santos e Ferreira (1998) explicita que expressões como trabalho “cooperativo” em educação, “aprendizagem colaborativa” e “aprendizagem cooperativa” vêm designando trabalhos muito similares. Tais expressões podem ser integradas pelo termo “aprendizagem

cooperativa distribuída” que consiste no desenvolvimento de atividades centradas na aprendizagem cooperativa com o suporte das tecnologias da internet.

Panitz (1996) fez uma revisão sobre esta controvérsia, concluindo que colaboração implicava em um processo mais aberto, onde os integrantes do grupo interagem para atingir um objetivo comum, enquanto que na cooperação existe uma organização maior do grupo, com um maior enfoque no controle da situação pelo professor.

Para Dillenbourg et al (1996), “colaboração” distingue-se de “cooperação”. Para o autor, o trabalho cooperativo é:

A realização de uma divisão de trabalho entre os participantes, como uma atividade onde cada pessoa é responsável por uma parte da resolução do problema... enquanto colaboração envolve [...] o mútuo comprometimento dos participantes na coordenação de esforços para resolver um problema juntos [...] (ROSCHLELE; TEASLEY apud DILLENBOURG et al., 1996).

Dillenbourg (1996) questiona como se pode definir colaboração a partir da não distribuição de trabalho? Cooperação e colaboração não se diferenciam entre si em termos de distribuição de tarefas, mas em razão da forma como as tarefas são divididas.

Na cooperação a tarefa seria dividida (hierarquicamente) em sub tarefas independentes; já na colaboração, os processos cognitivos poderiam ser (hierarquicamente) divididos em partes interligadas. Na cooperação, a coordenação seria somente exigida quando reunissem os resultados parciais, enquanto a colaboração implicaria em “uma coordenação, uma atividade sincronizada que é o resultado de uma contínua tentativa de construir e manter uma concepção partilhada de um problema [...] (ROSCHLELE; TEASLEY apud DILENBOURG et al, 1996).

Para McConnell (1994), a aprendizagem cooperativa além de um novo conceito, é, certamente, um caminho para pensar a respeito da condução do processo educacional. Segundo o autor, cooperação na aprendizagem não é algo novo, mas sim a idéia de aprendizagem cooperativa como um sistema particular de aprendizagem. Ela beneficia aprendizes tanto individual, como coletivamente¹⁹.

Segundo McConnell (1994, p. 30), a aprendizagem cooperativa tem as seguintes características:

- ajuda a clarificar idéias e conceitos através da discussão;
- desenvolve o pensamento crítico,

¹⁹ No Brasil, observa-se que ambos termos são utilizados por diferentes grupos. Um dos grupos, no qual estão incluídos Santoro et al. (1999), Behar (1998) e Tijiboy e Maçada (1999), emprega “aprendizagem cooperativa” como referência ao construto “co-operação”, tão caro a Piaget. O outro grupo, no qual destaca-se Ferreira e Campos (1998) e Otsuka e Tarouco (1997), seguem o mesmo caminho de Dillembourg (1998) e Larocque (1997), que definem a colaboração como o trabalho conjunto, em prol de um objetivo comum, sem uma divisão de tarefas e responsabilidades. Este conceito também é utilizado em Portugal, pela Associação Portuguesa de Telemática Educativa – EDUCOM (<http://educom.sce.fct.unl.pt>) e pelo Instituto Superior Técnico.

- fornece oportunidade para os aprendizes trocarem informações e idéias, desenvolve habilidades de comunicação;
- oferece um contexto onde os aprendizes podem ter controle sobre sua aprendizagem em um contexto social;
- fornece validação de idéias individuais e de formas de pensamento através da conversação (verbalização); múltiplas perspectivas (reestruturação cognitiva); e argumentação (resolução de conflito).

As atividades no aprendizado colaborativo usam estruturas de processos cooperativos baseados na participação ativa do estudante e no confronto com divergências para garantir um objetivo comum. Estruturas de processos cooperativos podem ser de interação do tipo seminário de grupo, com foco de discussão e troca guiada pelo professor; ou podem envolver uma tarefa conjunta, como um grupo de trabalho preparando um relato ou uma apresentação pela qual este grupo será avaliado.

O ambiente on-line é especialmente apropriado à abordagem do aprendizado colaborativo que enfatiza a interação de grupo. Muito mais que um equipamento técnico de troca de informações, a interação por computador facilita o compartilhamento do conhecimento e entendimento entre os membros de grupos que não estejam trabalhando juntos no mesmo lugar ou momento. A conferência por computador foi desenvolvida expressamente para facilitar a interatividade das comunicações de grupo, mantendo uma fluente transcrição partilhada por muitas pessoas na discussão de um tópico. Cada conferência é um arquivo que é construído e partilhado pelos membros daquela conferência. Os usuários podem encontrar-se, dividir-se em grupos menores, completar tarefas assinaladas e discutir temas ou leituras (HARASIN, 1997, p. 3).

As interações de divergências podem trazer um impacto positivo para o aprendizado. Através da participação em atividades colaborativas e de variáveis mediadoras pode-se criar um clima emocional e intelectual favorável ao aprendizado; a partir de mecanismos que afetam diretamente os processos cognitivos, como a construção ativa do conhecimento através da verbalização, reconstrução cognitiva e ou resolução de conflitos (HARASIN, 1997).

Projetos educacionais baseados no aprendizado colaborativo proporcionam benefícios cognitivos e motivacionais. A colaboração colegiada reduz a incerteza à medida que os estudantes encontram suas metas em tarefas complicadas. Discussões, debates e perspectivas múltiplas que advém do contexto de uma conferência on-line podem contribuir para mais elevados níveis de desenvolvimento dos estudantes do que se estivessem trabalhando sozinhos. Formas bem sucedidas de aprendizado on-line colaborativo são: o

“seminário on-line” (pequenos ou grandes grupos); grupos de trabalho on-line, parcerias de aprendizado, e debates em grupo. Em suma, as atividades mais produtivas envolvem pares de estudo, pequenos grupos e seminários.

Para Harasin (1997), a natureza textual da educação on-line aumenta a interação dos indivíduos, diminuindo padrões discriminatórios de comunicação baseados em características físicas ou sociais, como sexo, raça e *status* sócio-econômico. Também aumenta a interação a partir das idéias geradas em discussões. Enfocamos mais a mensagem do que quem a enviou, e a possibilidade de revisar arquivos transcritos facilita a reflexão a partir de comentários e discussões prévias, para extração de conceitos importantes.

2.4.6 Interação e interatividade em educação on-line

O aprendizado on-line pode estimular não somente uma postura ativa, mas interativa no estudante. Trocas conferenciais nos cursos são centradas nos estudantes, envolvendo dinâmica e extensa partilha de informações, idéias e opiniões. A construção do conhecimento ocorre à medida que estudantes exploram artigos, examinam argumentos recíprocos, concordam, discordam e questionam posições. A colaboração contribui para um nível mais alto de aprendizado através da reconstrução cognitiva ou resolução de conflitos, em que novas formas de entendimento do material emergem como resultado do contato com novas ou diferentes perspectivas.

Etimologicamente, interação diz respeito à ação recíproca com mútua influência nos elementos inter-relacionados. O dicionário *Houaiss da Língua Portuguesa* especifica como interação,

a influência mútua de órgãos ou organismos inter-relacionados [...] comunicação entre pessoas que convivem [...] intervenção e controle, feitos pelo usuário, do curso, das atividades. Nesse mesmo dicionário, interatividade é definida “como capacidade de um sistema de comunicação ou equipamento de possibilitar a interação. Portanto, a interatividade se apresenta como um potencial de propiciar a interação, mas não como um ato em si mesmo (ALMEIDA, 2003).²⁰

²⁰ Autores como Silva (2000) aproximam os conceitos de interação e interatividade. Para ele a interatividade permite ultrapassar a condição de espectador passivo para a condição de sujeito operativo, explicitando a ocorrência da interatividade relacionada com o diálogo entre emissão e recepção, a criação conjunta da comunicação e a intervenção do usuário. Para Silva (2000), é preciso garantir a intervenção do usuário ou receptor no conteúdo da mensagem ou do programa, abertos a manipulações e modificações indicando a concretização da interatividade por meio da disposição interativa que permite ao usuário ser ator e autor, co-criador do conteúdo da comunicação interativa.

Harasin (1997), observa que na fase inicial das interações os comentários iniciais podem ser identificados como referências às leituras do curso. Entretanto, após poucos dias, os padrões de interação mudam: estudantes referenciam-se mutuamente, expandindo e construindo, a partir de comentários e análises anteriores. Indicam padrões altamente sinérgicos e interativos fazendo emergir um fluxo dinâmico de idéias.

De uma forma geral, reconhece-se que o computador favorece habilidades de interação. Contudo, Harasin (1997) destaca que o meio é limitado nos seguintes aspectos:

- na organização e administração de atividades em grupo, pois a conferência por computador não facilita a resolução de problemas em grupo ou a tomada de decisões. A comunicação assíncrona, de fato, pode afetar negativamente a tomada de decisões, particularmente em situações condicionadas ao tempo. Essas situações podem requerer uma facilidade de comunicação de grupo sincrônica. A conferência por computador facilita a troca de informações, mas não há modelo que facilite a tomada de decisões. O desenvolvimento de ferramentas de suporte às tomadas de decisão em grupo podem ser de grande valor para serem incorporadas ou interfaceadas com os sistemas de comunicação.
- um segundo ponto refere-se à necessidade de desenvolvimento de ferramentas que facilitem a organização do abundante corpo de informações gerado no ambiente on-line. As ferramentas para organizar, reorganizar e buscar as bases de dados da conferência são fracas e rudimentares. Novos ambientes hipertextuais precisam ser incorporados aos sistemas de conferência para produzir uma comunicação mais avançada.

Segundo Nipper (1989), fatores sociais podem alterar e interferir no desempenho do aprendiz. Os chamados aprendizes corporativos, que conectam-se no local de trabalho e durante o horário de serviço, interagem de forma espremida, entre as atividades de trabalho, não permitindo maior socialização. Normalmente, os comentários são mais curtos e com menos preparo. Mas um dos principais fatores que dificultam a inserção do aprendiz no trabalho, refere-se à cultura corporativa que não está preparada para suportar o aprendiz dos empregados. Diferentemente, o aprendiz baseado no lar pode conectar-se quando for mais conveniente e dispor de mais tempo para as atividades on-line. Pode controlar os custos conectando-se tarde da noite e nos finais de semana. Talvez por desenvolver-se no lar a interatividade do aprendiz é de natureza mais subjetiva e pessoal.

Na educação à distância apoiada por computador, assume-se que o aluno é um indivíduo e, portanto, a aprendizagem deve ser individualizada. Parte-se da premissa de que o aluno adulto é maduro, disciplinado, consciente, autodeterminado e automotivado. Nesse caso, passa-se a atribuir a ele e à excelência da tecnologia a responsabilidade pelo sucesso, o que se supõe ocorrerá com naturalidade também em decorrência da qualidade do próprio curso.

Fica evidente que todos esses atributos são construções necessárias. Segundo Pontes (1999) pode-se definir essa autonomia como capacidade de pesquisar, de organizar-se e de pensar de forma crítica e independente. A autonomia não deve ser pretexto para uma educação altamente individualizada. Pelo contrário, ainda que o ambiente virtual não propicie a mesma forma de contato pessoal que se possa ter na sala de aula, deve ser explorado como espaço cooperativo. As ferramentas o permitem, mas isso depende, antes de tudo, da filosofia que norteia o curso e das concepções de educação e aprendizagem da equipe que o realiza.

2.4.7 A construção de comunidades virtuais

A estruturação de uma comunidade de aprendizagem – na qual o professor participa em condições de igualdade com qualquer outro membro do grupo – é a chave para que se obtenha um resultado positivo de aprendizagem (PALLOFF; PRATT, 2002). O processo de construção de comunidades em grupos on-line pode ser completo sem que o grupo jamais se encontre frente-a-frente. É possível criar o sentimento de comunidade sem o contato presencial (embora esse processo facilite o desenvolvimento da comunidade).

Linda Harasin (2003), lembra que as palavras *comunidade* e *comunicar* têm a mesma raiz, *communicare*. Ela continua: “naturalmente, gravitamos ao redor dos meios que nos permitem comunicar e formar comunidades, porque isso, na verdade torna-nos mais humanos”. A comunicação por computador é, com certeza, um desses meios, pois ajudou a fazer com que o mundo fosse cada vez menor expandindo aquilo que chamamos de comunidade. É importante começar a discutir o que se entende por comunidade, e por que isso é fundamental para o processo de educação e de aprendizagem²¹.

²¹ Conferência ministrada no dia 02/ 09/ 03, pela Profª Linda Harasin, no X Congresso da Associação Brasileira de Educação à Distância / ABED, de 30 de setembro a 03 de outubro de 2003, em Porto Alegre/ RS. Harasin é professora de comunicação e autora de trabalhos na área de educação à distância.

Carolyn Shaffer e Kristin Anundsen, citados por Palloff e Pratt (2002), definem comunidade como um todo dinâmico, que emerge quando um grupo de pessoas compartilha determinadas práticas, é interdependente, toma decisões em conjunto, identifica-se com algo maior do que o somatório de suas relações individuais e estabelece um compromisso de longo prazo com o bem-estar (o seu, o dos outros e o do grupo em todas as suas inter-relações). Algumas pessoas temem ingressar em uma comunidade, pois pensam que devem submeter-se à vontade de um grupo. Parece, contudo, que a necessidade de sentir-se conectado a alguém – a uma comunidade – não necessariamente significa desistir da individualidade ou submeter-se a determinada autoridade a fim de ser parte de um grupo. Ao contrário, é um ato de geração mútua de autonomia – um meio pelo qual as pessoas compartilham com as outras o que são e vivem colaborativamente. No passado o envolvimento com a comunidade era determinado pelo local onde se vivia (cidade ou bairro), família ou pelas convicções religiosas (identificação com um país de origem ou religião). Envolver-se com a comunidade, hoje, requer um compromisso consciente com determinado grupo.

Segundo a experiência de Palloff e Pratt (2002), os indicadores de que uma comunidade on-line está em formação são expressos pelos seguintes resultados desejados:

- Interação ativa, envolvendo tanto o conteúdo do curso quanto à comunicação pessoal;
- Aprendizagem colaborativa, evidenciada pelos comentários dirigidos mais de um estudante a outro do que de estudantes ao professor;
- Significado construído socialmente, evidenciado pelo acordo ou pelo questionamento;
- Compartilhamento de recursos entre os alunos; e
- Expressões de apoio e de estímulo trocadas entre os alunos, além da vontade de avaliar criticamente o trabalho dos colegas.

A postura do grupo é fundamental na construção de comunidades de aprendizagem. O aluno bem sucedido em cursos a distância por computador caracteriza-se como sendo um aprendiz “barulhento” – ativo e criativo no processo de aprendizagem. Segundo o *California Distance Learning Project*, os alunos que obtêm melhores resultados na aprendizagem a distância possuem as seguintes características:

- Buscam voluntariamente novas formas de aprender;
- São motivados, tem maiores expectativas e são disciplinados;

- Tendem a ser mais velhos que o aluno médio;
- Tendem a possuir uma atitude mais séria em relação ao curso.

Autores como Palloff e Pratt (2002), Nipper (1996) destacam a necessidade de que se crie a sensação de uma presença sincrônica e a redução da distância social entre os participantes. Ainda que os alunos tenham liberdade de conectar-se no momento em que lhes for mais conveniente, é necessário criar a sensação de que o grupo está trabalhando em conjunto e em tempo real. Nipper defende a idéia de uma conexão social. Os alunos precisam reunir-se no espaço virtual assim como no campus. Precisam estabelecer uma sensação de presença on-line.

Os alunos de um curso on-line devem ter capacidade de dar continuidade a um diálogo interno a fim de formular respostas; criar uma imagem de privacidade, tanto em termos do espaço a partir do qual a pessoa se comunica, quanto da capacidade de criar um sentimento interno de privacidade; a capacidade de lidar com questões emocionais de forma textual; a capacidade de criar uma imagem mental do parceiro durante o processo comunicativo; a capacidade de criar uma sensação de presença on-line por meio da personalização do que é comunicado.

Para construir o sentido de comunidade em um determinado grupo deve-se definir claramente a proposta do grupo; criar um local diferenciado para o grupo; promover lideranças internas eficientes; definir normas e um código de conduta; permitir que haja uma variedade de papéis para os membros do grupo; permitir que os estudantes resolvam suas próprias discussões.

O professor na qualidade de facilitador num ambiente on-line tem um papel fundamental. Ele deve ser capaz de criar uma atmosfera de segurança e de comunidade. Os professores do ambiente on-line precisam estar à vontade com o conflito; ocasionalmente pode precisar provocar o aluno ou ajudar na resolução de problemas. Na comunidade de aprendizagem on-line o conflito não só contribui para a coesão do grupo, como também na ajuda, na qualidade do resultado do processo de aprendizagem.

2.4.8 A gestão das atividades e do grupo

Num ambiente virtual de aprendizagem, as aulas, as reuniões, as oficinas e os seminários podem ser ministrados tanto de maneira sincrônica (em tempo real ou *chat*) quanto

assíncrona (quando as mensagens são enviadas em intervalos mais espaçados). A preferência de Palloff e Pratt (2002) é pelo assíncrono, pois seus anos de prática mostram que o ambiente que permite que os participantes conectem-se a qualquer hora, que pensem sobre o que está sendo discutido e depois enviem suas respostas no momento em que julgam mais adequados tem sido mais produtivo.

O seminário síncrono traz o desafio de coordenar o tempo e a participação de todas as “vozes”. Embora muitos grupos requeiram a discussão síncrona no *chat*, a experiência tem mostrado que ela traz participações mais superficiais e resultados pouco produtivos. Muitas vezes os participantes não conseguem acompanhar o ritmo do debate estabelecido pelo grupo, e quem digita mais rapidamente leva vantagem. Nas reuniões e nos seminários assíncronos pode-se dispor de mais tempo. As mensagens são enviadas de acordo com a vontade do participante que tem tempo de ler, processar as informações e, finalmente, responder. Em alguns casos essas discussões podem estender-se por mais tempo do que o planejado.

Em atividades síncronas recomenda-se que se trabalhe em grupos pequenos, cuidados com o fuso horário e coordenação para que todos possam ter espaço para participação. Os grupos grandes também podem assoberbar o professor. Para Palloff e Pratt (2002) o ideal é trabalhar com grupos dentre cinco e dez pessoas. Contudo as atividades síncronas são bem vindas em técnicas de *brainstorming* (tempestade de idéias) e *whiteboarding* (desenhar ou escrever numa tela em branco).

Palloff e Pratt (2002) esclarecem que os professores descobrirão que o tempo necessário para ministrar esse tipo de curso é duas ou três vezes maior do que um curso presencial. O professor deve fornecer materiais ajustados ao tempo do curso, pois muitos alunos podem se sentir sobrecarregados ou incapazes de acompanhar o que lhes chega. Harasin (1996) comenta que a sobrecarga de informação é um dos motivos que gera afastamento de alunos de cursos on-line.

Os professores também devem estar preparados para ajudar no gerenciamento do tempo dos alunos on-line, evitando sobrecarga de informações. Quando se criam grupos menores de trabalho a partir de um grupo maior, deve-se eleger um líder, responsável pela interação entre os membros. É importante salientar que todos devem trabalhar em conjunto e que devem solicitar ajuda quando necessário. O site, a apresentação do material, a organização das etapas de trabalho contribuem para um resultado bem sucedido.

Palloff e Pratt (2002) sugerem que os alunos gerenciem seu tempo ao longo do curso. Para os autores os aprendizes devem conectar-se ao curso se tiverem intenção de

trabalhar, ler ou fazer o *download* de algum arquivo. Devem, se possível, imprimir as mensagens novas para ter tempo de lê-las; depois de ler e revisar as mensagens, formular uma resposta para enviar. Os autores lembram que os alunos não precisam sentir-se na obrigação de enviar uma resposta imediata em ambiente assíncrono; que podem ser mais cuidadosos com as respostas, prepará-las em um editor de textos e depois copiá-las no site do curso. Tais sugestões tendem a diminuir a ansiedade dos estudantes em relação ao que seja uma boa participação e também fazem com que desenvolvam um sentido de organização e participação cuidadosa dentro do curso.

2.5 Exemplos de Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Várias organizações e instituições vêm disponibilizando Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) com formatos, características e custos diferenciados. A seguir, apresenta-se as principais características de alguns AVA disponíveis na área de Educação a distância:

- **AulaNet**²² (PUC-RJ, Brasil)

O AulaNet é um ambiente gratuito para a criação, participação e administração de cursos baseados na Web. É baseado na colaboração que se manifesta nas interações do aprendiz com o mediador de seu curso, com os seus colegas aprendizes e com os conteúdos didáticos. O AulaNet possui vários atores, cada qual com um papel bem definido: o docente, o aprendiz e o administrador (FUCKS, 2003). Possui como vantagens o ambiente para a produção e gestão de conhecimento totalmente customizável, baseado no conceito de aprendizagem cooperativa. Isso gera cursos com alto grau de interatividade, além de facilitar o acompanhamento e a coordenação das atividades dos alunos. O AulaNet vem sendo desenvolvido desde 1997 pelo laboratório de Engenharia de Software da Puc-Rio.

Comparando com outros ambientes de educação baseados na Web, pode-se fazer uma clara distinção. Enquanto a maioria desses sistemas enfatiza os aspectos de *courseware* (apresentação de material didático através do computador) o AulaNet apresenta características

²² Disponível em: <<http://guiaaulanet.eduweb.com.br>> - <<http://asgard.les.inf.puc-rio.br/aulanet>>. Acesso em: 15 ago. 2003.

de *learningware* (que combina características *courseware* com as várias formas de interação, enfatizando a comunicação, a participação, a cooperação entre vários atores envolvidos no processo.

O AulaNet considera os seguintes atores envolvidos no processo de criação de um curso:

1. Autor: é o criador do curso, participando desde a descrição inicial do mesmo até a entrada dos conteúdos. Poderá ser ou não o responsável pela aplicação do curso. Em caso positivo pode assumir a figura do professor, podendo contar com a figura do professor co-autor;
2. Aluno: é o usuário final, formado pelo público alvo para quem o curso se destina;
3. Administrador: é o facilitador da integração professor/cursos/aluno, tratando de questões de natureza eminentemente operacional, tais como: inscrições de alunos, divulgação da agenda e das notícias do curso etc.

No AulaNet há um conjunto de mecanismos a serem utilizados na montagem final de um curso e estão agrupados da seguinte forma:

- Mecanismos de comunicação: mecanismos para o estabelecimento de uma comunicação bidirecional entre os alunos e a instituição responsável pelo curso;
- Mecanismos de coordenação que correspondem às notícias do curso e agenda de eventos do curso, bem com a utilização de ferramentas de avaliação;
- Mecanismos de cooperação: correspondem ao instrumental pedagógico que será utilizado durante a aplicação do curso e deve ser previamente selecionada pelo autor do curso.

O AulaNet possui serviço para acompanhamento das atividades colaborativas chamado “acompanhamento das participações”. Este possibilita a quantificação e a qualificação das contribuições dos aprendizes e torna disponível os dados sob forma de relatórios (FUCKS, 2003).

- **TelEduc**²³ (UNICAMP, NIED, Brasil)

O TelEduc é um ambiente para a criação, participação e administração de cursos na WEB. Ele foi concebido tendo como alvo o processo de formação de professores para informática educativa, baseado na metodologia de formação contextualizada e desenvolvida por pesquisadores do Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) da UNICAMP.

Ferramenta para EAD de propósito geral, o TelEduc possibilita a realização de cursos nas mais variadas áreas de conhecimento (ROCHA, 2003). Após ser lançado em 1998, foi utilizado por diferentes instituições públicas tais como: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PUC, USF. Esse uso nos mais diferentes contextos gerou uma nova versão lançada em março de 2002. A nova versão possui suporte para múltiplas línguas, visando à demanda internacional. Atualmente o ambiente conta com cerca de três mil instituições cadastradas e uma freqüência de cerca de dois mil acessos por semana.

O TelEduc foi concebido tendo como elemento central a ferramenta que disponibiliza atividades. Isso possibilita a ação onde o aprendizado de conceitos em qualquer domínio do conhecimento é feito a partir da resolução de problemas, com o subsídio de diferentes materiais didáticos, como textos, *software*, referências na Internet, dentre outros, que podem ser colocados para o aluno, usando ferramentas como: Material de Apoio, Leituras, Perguntas Frequentes, etc.

As funcionalidades do TelEduc podem ser reunidas em três grandes grupos: ferramentas de coordenação, de administração e de comunicação (ROCHA, 2003). As ferramentas de coordenação organizam e subsidiam todas as ações de um curso. No grupo das ferramentas de administração situam-se àquelas que apóiam o formador no gerenciamento do curso (gerenciamento de alunos e de formadores, de inscrições, de datas de início e término de cursos, controle de acessos, configurações de língua etc.). A intensa comunicação entre os participantes do curso e ampla visibilidade dos trabalhos desenvolvidos também são pontos importantes no ambiente, por isso foi desenvolvido um amplo conjunto de ferramentas de comunicação, como o Correio Eletrônico, Grupos de Discussão, Mural, Portfólio, Diário de Bordo, Bate-Papo etc., além de ferramentas de consulta às informações geradas em um curso, como a ferramenta Intermap, acessos, etc.

²³ Disponível em: <<http://hera.nied.unicamp.br/teleduc/>>. Acesso em: 20 ago. 2003.

- **Eureka**²⁴ (PUC/ PR, Brasil)

O Eureka é um ambiente de Aprendizagem Colaborativa à distância, via Internet, destinado a gerar comunidades virtuais de estudo. O ambiente integra diversas funções: fórum de discussões, chat-room, conteúdo, correio eletrônico, edital, estatísticas, links, informações dos participantes entre outros, permitindo a comunicação e o estudo colaborativo. O Eureka foi desenvolvido pelo Laboratório de Mídias Interativas (LAMI) da PUCPR através de um acordo tecnológico com a Siemens. Atualmente o Eureka está vinculado ao Coordenação de Ensino à Distância (CEAD) na Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Os cursos disponibilizados no Eureka estão classificados em: Cursos de Graduação, Pós-Graduação e Extensão da PUCPR, sendo que em caráter presencial (Graduação), semi-presencial (Pós-Graduação) e à distância (Extensão); Cursos a distância da Universidade Virtual Siemens-PUCPR (aperfeiçoamento); grupos de discussão em diversos níveis (grupos de pesquisa, CVA's, CVT's, etc.), além de Projetos específicos.

- **DP MATICE**²⁵ (PUCPR, Brasil)

A DP MATICE – Metodologia de Aprendizagem via Tecnologias de Informação e Comunicação Educacionais – é um programa de aprendizagem que oferece dependências para alunos da PUCPR. Possibilita ao aluno continuar os seus estudos, manter a sua rotina de trabalho, e realizar as atividades nas disciplinas em que teve dificuldades de aprendizagem. O programa está vinculado à plataforma Eureka. Disponibiliza um “Manual do Usuário” que apresenta toda a orientação para o desenvolvimento das atividades de dependência. São fornecidos fluxogramas, exemplos e até a legislação que norteia esta modalidade de aprendizagem. A DP MATICE possui uma metodologia flexível integrando atividades presenciais e a distância. A PUCPR oferece aprendizagem no sistema DP MATICE para turmas com menos de 12 alunos.

²⁴ Disponível em: < <http://www.pucpr.br/template.php> >. Acesso em: 16 out. 2004.

²⁵ Disponível em: < <http://www.pucpr.br/educacao/academico/dpmatice/02.htm> >. Acesso em: 16 out. 2004.

- **WebCT**²⁶ (Universidade British Columbia, Canadá)

O WebCT é um *browser* com interface para criação de ambientes educacionais baseados na WEB. Ele fornece uma grande variedade de ferramentas e características que podem ser adicionadas em um curso como *chat*, processo do aluno, trabalho em grupo, auto avaliação, calendário, correio e etc. Um curso desenvolvido no WebCT é organizado a partir de um *home page* principal. Ele contém ligações para componentes de conteúdo do curso, como páginas de conteúdo ou ligações para outras páginas. No sistema existem quatro classes de usuários: O administrador, o projetista, o instrutor e os alunos. O administrador não pode configurar conteúdos, mas pode autorizar e cancelar cursos e autorizar a senha para projetistas. O projetista é considerado o responsável pelo curso (cada curso pode ter somente um projetista), geralmente este é o próprio professor. Ele pode criar perguntas, organizar conteúdos, criar grupos de trabalho, verificar o progresso dos alunos. Instrutor: cada curso pode ter um número qualquer de instrutores. Ele acessa o módulo do aluno e corrige provas. Cada curso pode ter qualquer número de alunos. Os alunos são aceitos pelo projetista e não podem manipular os conteúdos. O WebCT é provavelmente o mais antigo dos sistemas de autoria para cursos virtuais, com a maior comunidade de usuários.

- **Blackboard (Bb)**²⁷ (Blackboard, EUA)

O *Blackboard Learning System ML* consiste numa plataforma para construção, entrega e gerenciamento de cursos on-line. Com uma arquitetura customizada, permite a integração com diferentes sistemas e informações e a migração de conteúdos. No conjunto de ferramentas de colaboração estão disponíveis *chat* de perguntas e respostas, arquivos, *whiteboarding*²⁸. A plataforma Blackboard possibilita gerenciamento dos alunos, dos professores, dos cursos e dos conteúdos, oferecendo maior produtividade e escalabilidade. No Brasil é utilizado por instituições como a Universidade Anhembi Morumbi (SP), O Instituto de Educação Superior de Brasília e a Universidade de Ribeirão Preto (Unaerpe).

²⁶ Disponível em: <<http://webct.com.br>>. Acesso em: 09 ago. 2003.

²⁷ Disponível em: <<http://blackboard.com.br>>. Acesso em: 30 jan. 2004.

²⁸ *Whiteboarding*: tela em que múltiplos usuários podem escrever ou desenhar e que permite que outros usuários vejam o que está sendo feito simultaneamente. São importantes componentes dos aplicativos de conferência por computador (PALLOF; PRATT, 2002).

- **Learning Space**²⁹ (Lotus Education – IBM, EUA)

O *Learning Space* é um sistema que possui cinco bases de dados interconectadas, gerando um ambiente para desenvolvimento e entrega de cursos. O sistema é composto por cinco módulos: agenda, centro de mídia, sala de curso, descrição dos participantes e gerenciador de avaliação.

- Agenda: módulo em que os participantes navegam a partir dos materiais de curso de acordo com o projeto instrucional criado pelo professor. Através desse módulo são conhecidos os objetivos de aprendizagem, as tarefas que devem ser realizadas, os prazos marcados para a navegação. A agenda pode ser organizada por dias, semanas ou meses.
- Centro de mídia: o professor ou projetista cria o centro de mídia, a base de conhecimento do conteúdo e outros repositórios de recursos educacionais. O conteúdo de cada curso pode ser texto, vídeo, gráficos, simulações, treinamento baseado em computador.
- Sala de curso: ambiente interativo para que os alunos tenham discussões privadas e públicas entre si e com o professor, para compartilhamento de informações e execução de trabalhos em grupo.
- Descrição dos participantes: descrição dos alunos e professores, que inclui informação para contato, fotografias, experiências e interesses. Essa descrição está baseada em *homepages* criadas pelos alunos e professores, com informações sobre eles mesmos;
- Gerenciador de avaliação: este módulo possui uma ferramenta de avaliação que possibilita ao professor enviar perguntas e receber respostas dos alunos de forma privada.

- **ViasK**³⁰ (ViasKnowledge)

Plataforma desenvolvida pelo “Laboratório de Ensino a Distância” da Universidade Federal de Santa Catarina. Ambiente Virtual de ensino e aprendizado que

²⁹ Disponível em: <<http://lotus.com>>. Acesso em: 28 ago. 2003.

³⁰ Disponível em: <www.led.br>. Acesso em: 29 ago. 2003.

apresenta um conjunto de ferramentas personalizáveis e flexíveis. Cada componente opera para fazer a gestão colaborativa do conhecimento, conectando professores, estudantes e profissionais às soluções inteligentes em educação e em negócios corporativos. Segundo material de divulgação do ViasK, a plataforma apresenta os seguintes diferenciais: miniportal institucional personalizável; ferramentas integradas em digital *dashboard*; vídeo *chat*; tutores virtuais; mensagens instantâneas; vídeos, simulações e jogos estratégicos; mídias diferenciadas em situações de aprendizagem. O ambiente é compatível às diferentes *browsers*, é acessível de qualquer computador, compatível com padrões internacionais e permite a criação de redes interativas.

2.5.1 Ambientes para aprendizagem cooperativa

- **NICE** (*Narrative, Immersive, Constructionist/Collaborative*)

O NICE tem como objetivo a construção de ambientes de aprendizagem virtual para a criança, baseados nas teorias de narrativa, construcionismo e colaboração. O sistema roda numa espécie de sala, onde várias pessoas podem se mover virtualmente. Esse *framework*³¹ combina idéias da teoria construtivista, técnicas de narrativa e colaboração. Os principais objetivos do NICE são a aprendizagem a partir de múltiplas perspectivas, aprendizagem sobre como colaborar com outras pessoas; aprendizagem pelo controle e exploração ativa de variáveis do ambiente, programação por demonstração e exploração de estruturas de histórias. No NICE os objetos de representação são modelos VRML, que podem ser movimentados, ampliados ou reduzidos pela criança em tempo real. Os blocos contêm características que brinquedos físicos ou ferramentas de aprendizado não possuem: as crianças podem pegar os objetos pesados ou grandes, transferi-los para outras crianças remotamente localizadas, combina-los em novos objetos.

³¹ Um *framework* permite o desenvolvimento de ambientes customizáveis integrando ferramentas disponíveis. Existem alguns *frameworks* na internet, integrando ferramentas para trabalho cooperativo, mas que podem ser usadas para fins educacionais.

- **CLARE** (*Collaborative learning and research and environment*)

Ambiente de aprendizagem apoiada por computador, que tem por objetivo facilitar a aprendizagem através da construção colaborativa de conhecimento.

2.5.2 Exemplos de ambientes computacionais que apóiam de forma mais específica atividades de ABP

A ABP muito tem sido utilizada na área médica agregada as simulações clínicas por computador. Estas são usadas para fornecer a prática na aquisição e habilidades diagnósticas ou para a avaliação. Na ABP estudantes aprendem a ciência biomédica enquanto resolvem problemas em pequenos grupos, o ambiente é centrado no estudante, com uma orientação mínima por parte do facilitador. Hmelo (1999 apud MARTINS, 2002) explicita duas simulações computacionais. É o caso de uma mulher com câncer no peito que é inicialmente tratado (na simulação 1), mas depois se propaga para os ossos. Os estudantes podem conduzir uma extensiva entrevista com o paciente, usando uma variedade de ferramentas para a obtenção de resultados, exames físicos e testes de laboratório. Essas perguntas tem por objetivo ajudar os estudantes a focalizarem os aspectos importantes do caso e construir habilidades clínicas e conhecimento conceitual da ciência.

Aprendizagem baseada em jogo também pode ser tipo de ABP cujos cenários do problema são lugares no contexto do jogo. O módulo “câncer de mama” foi criado, usando modelos 3d, radiografias, imagens de patologia e de citologia. O jogo possui um animador que direciona os jogadores com gestos e falas. Trinta e três estudantes executam o módulo nas configurações de equipe. Após o jogo os estudantes avaliam o aspecto educacional do ambiente. O jogo é um exemplo de ABP porque fornece aos estudantes um conjunto inicial de problemas e requer que se colem informações para resolver problemas. Bedi et al (2002) citado por Martins (2002) integrou ABP e as necessidades especiais em odontologia. Introduziu a ABP como um método de instrução para a Pós-graduação em educação dental. Foi desenvolvido um caso em que uma sessão de ABP abordava do tema: como obter o cuidado dental apropriado para pessoas com epilepsia.

Martins (2002) apresenta o artigo de Wheeler (2001) que enfatiza um modelo de ensino aprendizagem para o módulo tutor em curso on-line discutindo a aprendizagem cognitiva. Na estrutura do curso encontram-se cenários de aprendizagem baseados em

problemas, onde estão disponíveis quatro tutores. Cada tutor apresenta ao estudante um problema mal estruturado em um endereço. O primeiro cenário, por exemplo, toma a forma de um diálogo entre dois professores que estão na sala dos professores. Um professor é contrário ao uso das tecnologias de informação e comunicação através do currículo, enquanto outro, defende essa idéia. Os estudantes analisam a discussão polêmica, observando tópicos teóricos que serão discutidos de forma on-line. O curso apresenta instruções de leitura, seminários, grupos de trabalho e discussões e suporte on-line através de pesquisas eletrônicas, discussões on-line, cenários de aprendizagem baseada em problemas, questões de avaliação de múltipla escolha on-line, videoconferência, suporte por telefone e-mail.

Giani e Martone (1998), desenvolveram um modelo de aprendizagem a distância integrando ABP, redes dinâmicas do conhecimento e ferramentas da web, tais como hipermídia, facilidades de comunicação síncrona e assíncrona, etc. O objetivo é desenvolver uma teoria de aprendizagem baseada em ABP mostrando que a aprendizagem é um processo dinâmico. O modelo foi testado a partir da criação de uma sala virtual em que estudantes médicos e enfermeiros encontram-se numa sessão de aprendizagem sobre o conceito de representação do conhecimento em ciências médicas. A classe virtual deve ter dez estudantes e um tutor. A comunicação ocorre através de e-mail, conferência web, acesso á páginas HTML, contatos pessoais reuniões de grupo. O modelo sugerido preserva vivacidade de interações humanas e também as interações a partir do uso de ferramentas de comunicação web.

A seguir apresenta-se outros sistemas que enfatizam a Aprendizagem Baseada em Problemas:

- **Web-ABP FACE**

O Web-ABP FACE consiste numa proposta didático-pedagógica: ABP mediada pela informática. Tremi (2001) objetivou a redução das distâncias entre teoria e prática no ensino da Administração, utilizando-se da tecnologia e da estratégia didático-pedagógica ABP. O protótipo Web-ABP FACE apresenta agenda, bate papo, cadastro, calendário, consulta on line, *download*, fórum, links publicações e problemas. Foi realizado um piloto na disciplina processamento de dados aplicados á Administração. A informática como mediadora da ABP, para o curso de administração da FACE, mostrou ser capaz de iniciar mudanças no processo de ensino e aprendizagem exigido por uma sociedade em constante transformação.

Os resultados indicaram uma mudança no processo de ensino e aprendizagem na disciplina Processamento de Dados aplicados à administração e também apontam para a aplicação em outras disciplinas

- **Magix – sistema ICAE para ABP**

Sistemas *Intelligent Computer Aided Education* (ICAE) são *software* que tem como objetivo ajudar no ensino e aprendizagem de estudantes. Magix é um protótipo de um sistema ICAE para o uso em ABP direcionado ao campo da matemática. Nesse sistema, os princípios do construtivismo, interação no uso do sistema, sistemas básicos de conhecimento e a metacognição estão integrados. O sistema consiste de dois subsistemas principais, o Magix-Ed (componente do estudante baseado em hipertexto) e o Magix-An (sistema especialista), que fornece uma análise da tentativa de resolução do problema realizado. O Magix-Ed apresenta um problema a ser resolvido em um mundo virtual. O mundo consiste de objetos que representem visualmente o problema e as ferramentas que poderiam ser usadas para resolver tal problema. O Magix-An analisa as tentativas e resolução, através de um relatório que tenta encorajar e enriquecer o estudante com um repertório de estratégias de auto-regulação (BILJON, 1999 apud MARTINS, 2002).

- **CSILE** (*Computer Supported International Learning Environments*)

Ambiente para construção de conhecimentos de base compartilhada. O CESILE é formado por uma base de dados coletiva, em rede, que contém idéias de estudantes, em formato textual ou gráfico, disponível para todos os participantes. Neste ambiente, os estudantes criam nós, uma parte, ou tópicos de estudo. Os dados são indexados e organizados de forma que possam ser acessados. A ênfase do CESILE é na aprendizagem cooperativa. No CSILE são enfatizadas três linhas de pesquisa: aprendizagem intencional (esforço para o alcance de determinado objetivo); o processo de especialização (processo de solução progressiva de problemas e ampliação das competências atuais); e reestruturação de escolas como comunidades de construção de conhecimento.

- **CLL** (*Collaborative Learning Laboratory*)

Sistema de suporte à ABP desenvolvido na *Southern Illinois University School of Medicine* (MARTINS, 2002).

- **CALE** (*Computer Assisted Learning Exploration*)

Ambiente colaborativo para suporte de aprendizagem baseada em problema por descoberta e exploração. Consiste num repositório para casos e para administrar acesso a grupos de documentos e uso geral de informações.

- **CAMILE** (*Collaborative and multimedia interactive learning environments*)

È um ambiente assíncrono de suporte à colaboração para web. Nele os estudantes são estimulados a identificar o tipo de colaboração. O CAMILE provê uma facilidade na qual os estudantes são levados a identificar o tipo de colaboração que estão apresentados, e são oferecidas sugestões de frases produtivas iniciais para serem usadas em cada um desses tipos de notas.

- **Collaboratory Notebook**

Ambiente multimídia em rede criado no projeto *Collaborative Visualization*, iniciado na *Northwestern University*, em Chicago. O objetivo é prover um ambiente de aprendizagem multimídia distribuído que suporte o “aprender fazendo” (MARTINS; JANAÉ, 2002). O ambiente utiliza a metáfora do *notebook* do laboratório de um cientista com facilitadores para compartilhar questionamentos entre múltiplos parceiros distribuídos em diferentes instituições. O sistema provê uma estrutura de suporte ao diálogo científico, direcionada para a aprendizagem a partir de projetos.

- **Beveldere**

Ambiente de apoio à prática de discussão crítica de teorias científicas, baseadas no paradigma colaborativas desenvolvido junto ao laboratório para tecnologias de aprendizagem interativa da *University of Hawaii*, em Manoa. É um *groupware*³² em rede usado para a construção de relações lógicas e retóricas dentro de um debate, e cuja a interface se assemelha a um editor gráfico. Dá suporte a cenários de aprendizagem baseados em problemas em escolas médias e secundárias, onde os estudantes aprendem a desenvolver habilidades críticas de pesquisa. O ambiente combina três abordagens para a aprendizagem, a saber: aprendizagem colaborativa, aprendizagem guiada e aprendizagem baseada em problemas.

- **WebSaber**³³

Ambiente suportado pela internet e voltado para a solução cooperativa de problemas. Está organizado segundo um modelo de hipertexto e é apoiado em um editor cooperativo, um bloco de notas e em ferramentas de comunicação. O webSaber apresenta-se como uma alternativa para o aprendizado colaborativo com recursos de mídia e gerenciamento do conhecimento. O sistema direciona-se para alunos do ensino fundamental e médio e do ponto de vista pedagógico enfatiza a aprendizagem baseada em problemas, o aprender fazendo, o aprender explorando e navegando para encontrar respostas. O WebSaber utiliza a metáfora de uma sala de reuniões. Os estudantes após se cadastrarem, participam de conversas, através do *chat* e da lista de discussão e dispõem de um bloco de notas individual. Os problemas a espera de solução são apresentados no *hall* da sala, em um mural. Os encontros de trabalho ocorrem na *WorkRoom*, que fornece ferramentas para que os participantes se comuniquem e resolvam problemas cooperativamente.

³² *Software* projetado para permitir que grupos de colegas organizem suas atividades. O grupo deve estar conectado eletronicamente, seja através da internet, intranet ou extranet. O software geralmente facilita atividades como agendamento de encontros e alocação de recursos, trocas de e-mails e utilitários para telefonia, distribuição de arquivos e proteção de senhas para documentos compartilhados (PALOFF; PRAT, 2002).

³³ Disponível em: < <http://beatles.les.inf.puc-rio.br/websaber/ambiente> >. Acesso em: 10 jun. 2004.

- **Sistema Crocodilo**³⁴

Proposto por Miao (2000), o Crocodilo consiste num modelo de hipermídia cooperativa que usa como metáfora um instituto virtual. O ABP-net (*Activity-oriented, graphical Knowledge representation language for PBL*), o ABP-protocolo (*specific-collaboration protocol*), e o ABP-plan (represents a whole or a part of a problem based learning process) são praticamente unificados. Cada módulo realiza um conceito que contribui para a reunião das exigências para se alcançarem os objetivos propostos pelo sistema. O sistema é executado usando-se uma arquitetura cliente-servidor. O sistema facilita a condução de atividade de ABP síncronas e assíncronas no ambiente virtual. O protótipo foi testado e os resultados preliminares demonstram que a experiência e as habilidades da interação social no mundo real podem ser intuitivamente reutilizadas no Crocodilo.

- **CORE** (*Collaborative Research Environment*)

O CORE possui ferramentas audiovisuais, bloco de notas, sincronizador de *browsers* a distância com base no ambiente *groupware* do Lótus Notes. As ferramentas apresentam níveis múltiplos de interação entre membros de equipes, aluno e instrutores.

- **Sistema McBAGEL**

Este sistema foi desenvolvido na EduTech Institute do *Georgia Institute of Technology*. Segundo Martins (2002) esta pesquisa objetiva a criação de ambientes de aprendizagem, personalizados e virtuais, que reflitam o conhecimento dos aprendizes por detrás da cognição, da resolução de problemas complexos e entendimentos.

³⁴Disponível em: <<http://elib.tu-darmstadt.de/diss/000086/thesis.miao.PDF>>. Acesso em: 31 maio 2004.

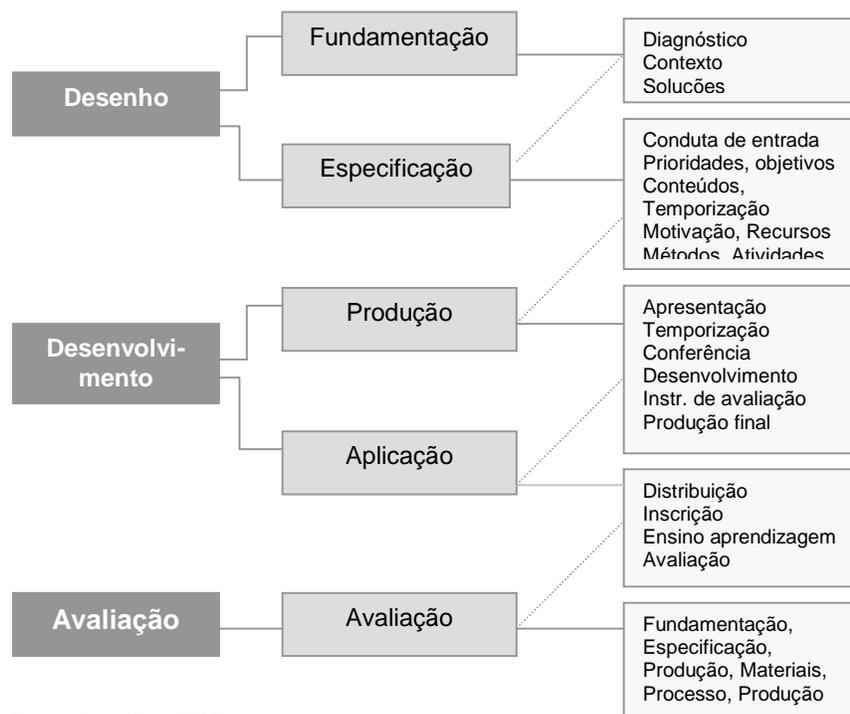
- **Web-SMILE**

É um *software* para construir o currículo da aprendizagem de projetos na escola média. Ele foi desenvolvido na EduTech Institute do *Geórgia Institute of Technology*.

Mesmo reconhecendo a potencialidade dos AVA disponibilizados e comercializados por todo o mundo é importante refletir sobre seus limites, tanto tecnológicos, em termos de suporte e robustez, como no que tange à democratização do acesso à informação, ao conhecimento. A falta de recursos e de políticas de democratização de acesso limita iniciativas e pesquisas. Deve-se ter como desafio criar políticas de produção e socialização de interfaces livres e gratuitas para que melhores produtos possam emergir no contexto da sociedade da informação. O AVA precisa ser uma obra aberta, onde a navegação, a imersão, a exploração e a conversação possam fluir na lógica da completção (SANTOS, 2003).

2.6 Considerações sobre elaboração de cursos à distância

Para a garantia e eficiência do processo educacional, Arentio (1994, apud LANDIM, 1997) indica uma estrutura básica para planejamento de programa de educação a distância como exibe a figura 1. O modelo metodológico estrutural proposto pelo autor para organização de um sistema à distância indica um encadeamento de funções associadas basicamente à produção, desconsiderando a comercialização e a administração.



Fonte: Landim (1997).

Figura 1: Modelo proposto por Garcia Aretio (1994).

Pietro e Gutiérrez (1991 apud SOUZA, 1999), enfatizam a administração, o planejamento, o projeto, a produção e a implantação, como elementos de uma estrutura de educação a distância, mencionando cinco áreas funcionais. Assim, a gerência dos recursos financeiros e humanos cabe à administração. Ao planejamento compete a identificação das necessidades, a definição das facilidades, a delimitação dos focos problemáticos, a caracterização dos usuários, a formulação dos objetivos do curso, o recrutamento dos especialistas, além da análise e distribuição das funções.

O projeto estabelece o referencial padrão no contexto caracterizado, identifica problemas convergentes a partir do referencial, formula objetivos operacionais de cada função, fixa objetivos e fundamenta o curso, contém critérios de avaliação, fixa momentos e instrumentos de verificação de aprendizagem, organiza conteúdos, define formas de divulgação e distribuição (SOUZA,1999). Na produção ocorre o detalhamento dos conteúdos, produção do material instrucional e dos instrumentos de avaliação, bem como a análise dos

equipamentos a serem utilizados e da tecnologia definida, promovendo os ajustes adequados às demandas.

A equipe de implantação é responsável pelas inscrições, efetivação das matrículas e orientação aos corpos discente e docente, organizando o processo de recepção das informações de acordo com as tecnologias escolhidas, a distribuição de materiais instrucionais, além da implementação do assessoramento, da avaliação, interação e mediação de atividades afins ao processo. Em linhas gerais, conclui-se que um sistema de educação a distância necessita estar totalmente adequado às necessidades e condições da instituição ou organização, a qual precisa ser preparada para oferecer um produto/serviço de educação dotado de qualidade. Assim, as funções de planejamento, administração, estratégia pedagógica, produção, implantação, suporte pedagógico e a avaliação são a base para construção de um sistema de educação a distância.

A clientela é o foco básico do processo de planejamento. Um diagnóstico adequado para determinar o nível de escolaridade, os interesses, as necessidades, cultura, características, motivações e domínio da tecnologia utilizada são essenciais para modelagem do sistema. Segundo Souza (1999), um estudo aprofundado é exigido não apenas em relação à clientela, mas também quanto à estrutura necessária para produção, distribuição e gerenciamento de programas à distância. Os objetivos devem ser adequados às necessidades da clientela, explicitados nos materiais instrucionais, no suporte pedagógico e administrativo visando esclarecer:

- Por que e para que utilizar a educação a distância?
- Quais os objetivos a serem alcançados?
- Quais os conhecimentos, habilidades e capacidades básicas dos alunos para que o processo de aprendizagem ocorra satisfatoriamente?

Para Visser (1998), o planejamento é fruto da interação entre interlocutores – cliente/usuário, estudantes e toda a equipe de produção do projeto. O diferencial será cada vez maior no aprendizado “auto-direcionado” e “auto-motivado”. Na etapa de planejamento, o mapeamento das necessidades é aspecto fundamental, devendo:

1. no plano geral, identificar o problema, o contexto no qual o sujeito da educação está inserido e a sua relação com o conhecimento científico, por meio de metodologia adequada;
2. no plano individual de aprendizado, identificar as áreas de dificuldade e as técnicas de ensino que melhor correspondam a cada grupo; e

3. no plano organizacional, definir estruturas, tarefas, ambiente, tecnologia e pessoas.

A condução de um sistema de educação a distância exige uma metodologia organizacional que permita o desenvolvimento de uma aprendizagem participativa a partir do mais diversos elementos no processo educacional. Os administradores são responsáveis pela melhoria do processo de acesso daqueles que encontram dificuldades, mantendo cadastro atualizado do desempenho discente dos processos de avaliação e pleno controle do sistema.

Em relação à produção de materiais instrucionais (mídias), diferentes especialistas devem estar envolvidos na produção de cursos à distância. O projeto de instrução, veiculado através da mídia, deve ser elaborado por especialistas com conhecimento de princípios instrucionais pedagógicos e técnicos, assim como o conhecimento das tecnologias a serem utilizadas (MOORE; KEARSLEY, 1996).

Os elaboradores devem trabalhar com os especialistas em conteúdo e juntos traçarem um desenho que atenda os objetivos do curso; os exercícios, atividades e tarefas; o layout gráfico e de textos; o conteúdo das fitas de áudio e vídeo e as questões para seções interativas através de áudio, vídeo e computadores. Os designers gráficos, produtores e outros especialistas em mídia devem discutir as idéias dos especialistas em conteúdo e elaboradores instrucionais, colocando em produção, materiais e programas de acordo com as propostas. O sucesso na elaboração de um curso à distância depende do trabalho integrado de diferentes equipes de especialistas.

2.6.1 A importância da flexibilidade no projeto instrucional

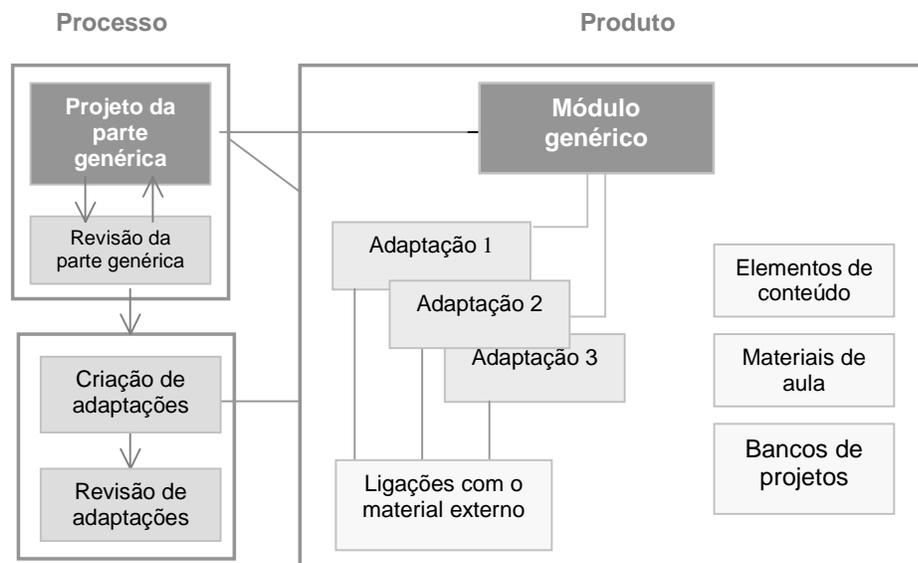
Nikolova e Collis (1997) acredita que o conceito de “aprendizagem flexível” é um importante elemento a ser considerado na elaboração e operacionalização de cursos à distância. É uma contribuição claramente européia. Assim, ela apresenta um método de desenvolvimento de módulos instrutivos flexíveis, de modo que sejam adaptáveis às diferenças dos aprendizes. O aumento da flexibilidade é visto por Nikolova e Collis como positivo por razões pessoais, educacionais e econômicas. Nesta visão da autora, a flexibilidade é considerada tanto do ponto de vista do aprendiz quanto do projetista.

A flexibilidade pode ser discutida pela perspectiva do aprendiz, em termos de adaptações às necessidades e preferências individuais.

A flexibilidade impõe novos papéis aos professores e aprendizes e impõe altas demandas de iniciativa própria, auto-motivação e auto-controle por parte do aprendiz. A definição “aprendiz ativo” é axiomática. O professor precisa se desviar do papel tradicional de instrutor; ao invés deste; um papel de consultor, colaborador e orientador torna-se dominante. Oferecer maior flexibilidade ao aprendiz cria altas demandas para o professor e com frequência requer mais tempo de ensino e esforço (NIKOLOVA; COLLIS, 1997, p.2).

Nesse sentido, a telemática possui um papel importante, de fornecer maior flexibilidade ao estudante. Redes de computação fortalecem a conectividade e a comunicação, permitindo comunicação sincronizada e não sincronizada de uma pessoa para outra ou de uma pessoa para muitas. Isso permite ao aprendiz a opção de estudar quando quiser. O fato de a WWW poder ser acessada a qualquer hora, em qualquer lugar, possibilita o aprendizado pela web desvinculado de hora e lugar (NIKOLOVA; COLLIS, 1997).

Quanto à flexibilidade no âmbito da organização dos conteúdos, Nikolova e Collis (1997), propõe um método para o desenvolvimento de módulos didáticos flexíveis a partir da articulação de um módulo genérico, um módulo de adaptações e um banco de recursos, como demonstra a figura 2.



Fonte: Nikolova e Collis (1997).

Figura 2: O método como processo e produto, proposto por Nikolova e Collis (1997).

Para as autoras, o módulo genérico seria desenhado para o domínio de um assunto e para um grupo definido de clientes. Assim, o módulo genérico é um grupo de elementos de

conteúdo cada um correspondendo a uma unidade didática. Uma estrutura pedagógica e um grupo genérico de materiais didáticos também estão associados ao módulo genérico. Depois de projetado este módulo pode sofrer revisões. Os elementos de conteúdo tem uma estrutura em três níveis: na raiz encontra-se o tópico didático; o segundo nível revela o perfil pedagógico da unidade e o terceiro nível refere-se aos materiais didáticos associados.

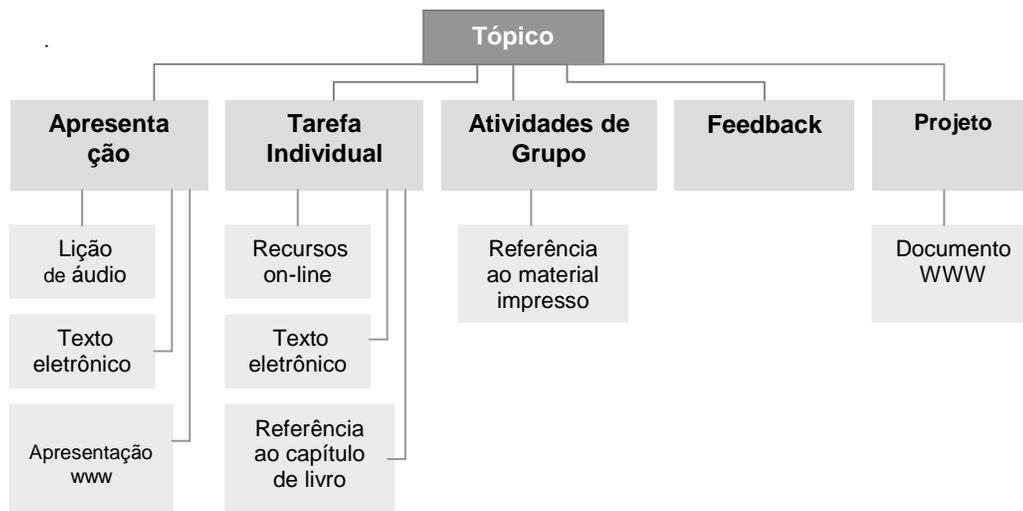
Uma adaptação é um módulo didático pronto para ser usado que deriva do módulo genérico. É criada para um grupo de clientes em particular, no assunto dominante do módulo. Uma adaptação é planejada através de sua relação com o conteúdo, sua relação com o perfil pedagógico ou sua relação com os materiais de ensino aprendido. Em suma, um módulo adaptado cria novas seqüências de aprendizagem (quadro 2).

Fase 1 : Módulo genérico	Produto
<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisa a área de assunto e os estudantes 2. Seleciona e organiza o conteúdo do módulo genérico 3. Define o perfil pedagógico do módulo genérico; 4. Desenvolve cada elemento do conteúdo: perfil pedagógico, mídia, materiais 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Objetivo 2. Mapa de conteúdo do módulo genérico 3. Estrutura de elementos de conteúdo 4. Conjunto de materiais genéricos.
Fase 2: Projeto de uma adaptação	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifica estudantes específicos 2. Seleciona e organiza o conteúdo da adaptação 3. Define o perfil pedagógico da adaptação 4. Desenvolve cada unidade didática: perfil pedagógico, mídia, materiais 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Objetivo específico 2. Mapa de adaptação de conteúdo 3. Estrutura da unidade didática 4. Módulo didático

Fonte: Adaptado de Nikolova e Collis (1997).

Quadro 2: O método visto em fases.

A figura 3 detalha os componentes de cada tópico de conteúdo. Após a apresentação do conteúdo são propostas tarefas individuais, tarefas em grupo ou projetos. Os textos de apoio, bibliografia, documentos web também são disponibilizados.



Fonte: Nikolova e Collis (1997)

Figura 3: Um mapa de elementos de conteúdo.

O banco de recursos, na estrutura de Nikolova e Collis (1997), consiste numa espécie de banco de dados, um conjunto de recursos, eletrônicos e com referências ao convencional que podem ser usados para produzir adaptações e revisar o módulo genérico. Um recurso pode ser um texto, um software, material on-line, um capítulo de livro, jornal, fita de vídeo, áudio, slides etc. Esses recursos podem formar subgrupos, por exemplo, recursos para projetos ou recursos para apresentações.

Segundo Nicolova e Collis (1997), é importante que a equipe de projeto possa visualizar o mapa de conteúdos do módulo genérico com os caminhos sugeridos para grupos de clientes diferentes, permitindo modificações em sua estrutura. O mapa de conteúdos e de adaptações também deve permitir o estabelecimento de diferentes caminhos para abordagem dos conteúdos.

2.7 Síntese do capítulo

O presente capítulo buscou abordar o processo de aprendizagem, distinguindo, sobretudo, os pressupostos do comportamentalismo e do construtivismo. Destacou-se que, na concepção construtivista, aprender equivale a elaborar uma representação pessoal do conteúdo, objeto de aprendizagem. Essa representação não se realiza em uma mente em

branco, mas em alunos com conhecimentos prévios suficientes para apreender o novo conteúdo de forma significativa. A vinculação – do conhecimento novo com uma base já existente – não é automática e resulta de um processo ativo do aluno, permitindo reorganizar e enriquecer o próprio conhecimento. Evidenciou-se que o processo educacional é dinâmico e culturalmente mediado. Mediação essa que se dá não apenas a partir do uso de ferramentas, mas também a partir dos códigos e relações sociais. Portanto a interação é um importante elemento no processo de aprendizagem, pois os sujeitos “mais maduros” podem contribuir para a aprendizagem dos “menos maduros”.

Os pressupostos da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) foram destacados como importante estratégia desencadeadora da aprendizagem. Para o projeto aqui proposto, a ABP indica um caminho, apresenta uma possibilidade para a integração da teoria e da prática da cor aplicada ao design gráfico. Contudo, acredita-se que os “passos” para resolução de problemas gráfico-cromáticos devem ser adaptados.

As principais características do ensino assistido por computador, do ensino inteligente assistido por computador e dos ambientes interativos de aprendizagem, assim como dos sistemas de educação a distância, também foram abordados nos seus aspectos fundamentais. Procurou-se enfatizar que a educação on-line é mais que uma forma de distribuição: é um domínio de aprendizado que habilita o engajamento dos aprendizes. A educação on-line apresenta grande potencial para o aprendizado e a educação colaborativa. As tecnologias de comunicação utilizadas atualmente são cada vez mais interativas e constituem-se numa ferramenta valiosa para alcançar estudantes dispersos por grandes territórios e/ou afastados dos centros educacionais. A natureza assíncrona e a base-texto do meio permite o controle do usuário sobre os fatores tempo, local e tipo de interação. Os usuários têm mais controle, ou opção, em relação à natureza da interação do que no ensino presencial ou à distância tradicional. O aprendiz pode responder imediatamente ou levar algum tempo para refletir, talvez buscar mais informações para compor seus comentários. Contudo, os autores como Harasim (1997), Palloff e Pratt (2002) alertam para a dificuldade nos processos que envolvem tomadas de decisão pelos grupos. Tal aspecto será aprofundado no modelo proposto ao final deste estudo.

Como finalização deste segundo capítulo procurou-se destacar os principais ambientes virtuais de aprendizagem disponíveis no mercado, evidenciando características, funcionalidades e estratégia pedagógica, sobretudo as relacionadas à ABP. Posteriormente buscou-se salientar os aspectos mais relevantes envolvidos na elaboração de programas de educação a distância.

Cabe ressaltar que não se pretendeu realizar uma exposição exaustiva sobre aprendizagem mediada por computador e Educação a distância, mas, sim, destacar alguns conceitos e princípios pedagógicos que são fundamentais para o projeto em desenvolvimento. Portanto, buscou-se um conjunto articulado de princípios que possibilitou orientar a tomada de decisões quanto às estratégias pedagógicas a serem utilizadas no modelo de um ambiente virtual direcionado à aprendizagem da cor. Como explicita Coll (1998), precisamos buscar teorias que não oponham aprendizagem, cultura, ensino e desenvolvimento, que não ignorem suas vinculações, mas que se integrem de forma articulada.

3 FUNDAMENTOS DA COR

3.1 Introdução

No âmbito do projeto gráfico, a cor é um importante elemento para a comunicação e difusão de conceitos e idéias. Pode conduzir o olhar do observador, destacar espaços, integrar ou fragmentar áreas, auxiliar no processo de memorização e no desempenho de tarefas. Muitas vezes a abordagem da cor em várias ciências e expressões, além da sua forte presença na vida cotidiana, torna este tema propício às mais diferentes manifestações.

O processo de percepção e cognição das cores é algo complexo. De um modo simplificado, caracteriza-se o fenômeno cromático como sendo resultante da interação entre uma fonte de luz, um objeto e um observador (BERNS, 2000). Observa-se que muitos aspectos da fonte luminosa (propriedades espectrais e a quantidade de luz, por exemplo), do objeto (tamanho e textura) e do observador (por exemplo: sensibilidade espectral, propriedades das lentes, pigmento macular, adaptação luminosa e cromática), e de suas inter-relações, transformam o estudo da cor num tema complexo.

Abordagens como a de Pedrosa (1989), que busca definir cor como uma “sensação produzida por certas organizações nervosas sob ação da luz – mais precisamente como a sensação provocada pela ação da luz sobre o órgão da visão, condicionada à existência de dois elementos: a **luz** e o **olho** (PEDROSA, 1989, p.17) nos parece insuficiente. Mesmo a conceituação esboçada por Guimarães (2000) que relaciona cor a luz, ao objeto, ao órgão da visão e ao cérebro³⁵ se mostra limitada diante do campo complexo que nos apresenta Varela (2003). Para o autor, o estudo das cores oferece um microcosmo das ciências cognitivas, pois disciplinas como neurociências, psicologia, inteligência artificial, lingüística e filosofia trouxeram importantes contribuições para nossa compreensão das cores (VARELA, 2003, p.162). Segundo o autor, a cor sempre é percebida dentro um contexto visual mais abrangente em que todas as sub-redes trabalham cooperativamente, nunca vemos a cor como um item isolado.

As conceituações objetivistas assumem que reflexos de superfície devem ser encontrados em algum mundo pré-determinado, independente de nossas capacidades

35 Ao propor uma conceituação sobre cor, Guimarães sintetiza: cor é uma informação visual, causada por um estímulo físico, percebida pelos olhos e decodificada pelo cérebro (GUIMARÃES, 2000, p.12). Pastoreau (1997, p. 6) também busca uma abordagem mais abrangente ao explicitar “cor não é nem uma substância, nem uma fração da luz. É uma sensação, a sensação de um elemento colorido por uma luz que o ilumina, recebida pelo olho e comunicada ao cérebro”.

perceptivas e cognitivas. Contrariamente à visão objetivista, as categorias de cores são experienciais; contrariamente à visão subjetivista, as categorias de cores pertencem ao nosso mundo biológico e cultural compartilhado (VARELA, 2003, p.176).

As cores têm uma significação perceptiva e cognitiva imediata na experiência humana. Varela (2003) destaca três eixos fundamentais para discussão acerca do fenômeno cromático: um está relacionado a como as cores aparecem, ou seja, a estrutura da aparência das cores, um segundo eixo discutiria as cores como atributos percebidos das coisas do mundo e por fim as cores seriam discutidas como “categoria experiencial”. Varela alerta que esses estágios não são encontrados separadamente na experiência: ela é moldada simultaneamente pelos três. Em geral, as teorias sobre as cores tendem a ter como ponto de partida um ou outro desses três aspectos.

No decorrer deste capítulo, tais pontos serão abordados. Contudo, pretendeu-se destacar fundamentos dessas abordagens para o campo da cor aplicada ao design gráfico. Portanto, iniciou-se o capítulo discorrendo sobre os processos primários da percepção da cor – aspectos físicos e fisiológicos. Em seguida, os modelos e sistemas de representação cromática (que são a base de muitos sistemas técnicos de reprodução de cor importantes para a área de Design) são explicitados. A relativização da aplicação e cognição da cor quanto aos aspectos contextuais, culturais, lingüísticos e históricos da cor também são tangenciados. O capítulo encerra com um levantamento sobre cursos de teoria da cor em ambientes virtuais de aprendizagem.

Em suma, este capítulo tem como principal objetivo ampliar a compreensão acerca do fenômeno cromático, sem pretender esgotá-lo, mas buscando enfatizar, a partir do escopo teórico, fundamentos para a aplicação da cor no design gráfico.

3.2 A percepção da cor

3.2.1 O estímulo físico

Fisicamente, quando a luz atinge um corpo, podem ocorrer um ou mais fenômenos que interferirão no processo de percepção da cor. Segundo Pietrocola e Figueiredo(1997), estes fenômenos são:

- **Dispersão:** ocorre quando a luz passa através de um prisma ou objeto similar. O aparecimento das cores segue sempre a mesma ordem: do mais longo

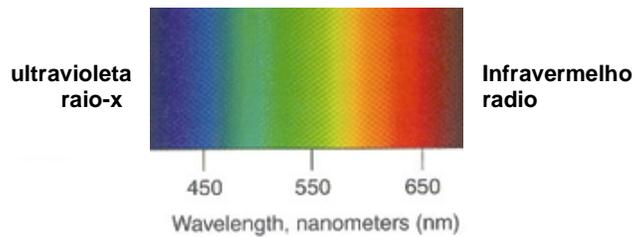
comprimento de onda e baixa frequência –vermelho – até os estímulos de curto comprimento de onda e alta frequência – violeta;

- **Difração:** ocorre quando a luz fragmenta-se a partir de um desvio, por ex. quando passa através de uma fenda ou contra um objeto facetado;
- **Transmissão:** ocorre quando a luz atravessa o material praticamente sem alteração. Este processo ocorre em materiais transparentes;
- **Interferência:** esse fenômeno pode ocorrer quando a luz passa entre películas muito finas, como óleo ou água, em situações que não permitem a completa penetração das ondas de luz. Muito do colorido existente na natureza provém dos mecanismos de absorção e reflexão seletiva das ondas luminosas pela superfície dos corpos. Efeitos cromáticos nas asas de borboletas, asas de patos e pavões ou o atrito entre finas lâminas transparentes são casos em que a coloração ocorre por interferência;
- **Absorção e reflexão:** ocorre quando uma determinada quantidade de luz, ao incidir sobre um objeto, é absorvida ou refletida. Alguns comprimentos de onda são absorvidos pelas moléculas de cada superfície, enquanto outros são completa ou parcialmente refletidos pelo objeto, permitindo, assim, a sensação de cor.

São, principalmente, os fenômenos de absorção e/ou reflexão da luz que permitem ao ser humano a sensação cromática (RAUTEMBERG, 1998). Assim, um corpo pode assumir três estados possíveis em relação a cor: quando absorvem toda a luz são negros, quando refletem toda a luz são brancos e quando absorvem parcialmente a luz, coloridos.

O sistema visual humano está apto a receber estímulos luminosos na faixa entre 400 a 800 nanômetros, entre as faixas do violeta e vermelho³⁶. Portanto, é importante definir que luz visível ou radiação visível é energia em forma de ondas eletromagnéticas capazes de excitar o sistema humano olho-cérebro, produzindo diretamente uma sensação visual” (PEREIRA, [199-?]). Ao contrário do som ou vibração, que são mecânicas, as ondas eletromagnéticas não necessitam do meio para sua transmissão. Elas se propagam através de sólidos, líquidos ou gases, mas se propagam mais eficientemente no vácuo, onde não há nada para absorver a energia radiante.

³⁶ A física newtoniana especifica da seguinte forma as cores espectrais: Violeta 380 a 436 mμ; anil 436 a 480 mμ; azul 480 a 495 mμ; verde de 495 a 566 mμ; amarelo de 566 a 589 mμ; laranja de 589 a 627 mμ e vermelho de 627 a 760 mμ.



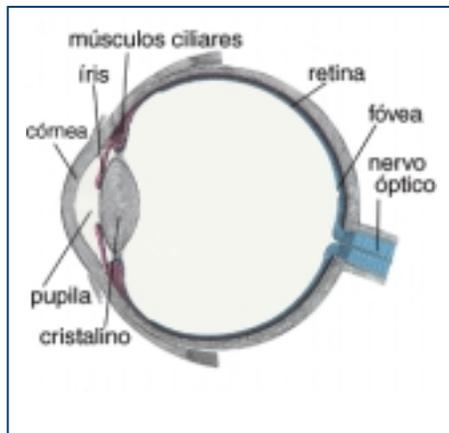
Fonte: Berns (2000).

Figura 4: Cores espectrais.

Numa extremidade do espectro, como exemplifica a figura 4, de grande comprimento de onda (milhares de metros, de baixa frequência) encontram-se as ondas de rádio, enquanto que na outra ponta estão os “raios gama” e “raio x” com baixo comprimento de onda e alta frequência. Apenas uma pequena parte desta energia radiante é percebida pelo olho humano, chamada luz.

3.2.2 O processo fisiológico: o olho

O estímulo luminoso penetra os olhos até chegar na retina, onde os receptores absorvem uma porção de luz incidente, gerando sinais que eventualmente serão interpretados pelo cérebro. Em muitos aspectos a formação da imagem é similar ao processo da câmera fotográfica. Segundo Berns (2000), a qualidade da imagem retinal depende do nível de absorção e das propriedades focais da córnea, das lentes, dos fluídos do globo ocular (humor aquoso e humor vítreo). Esses elementos ópticos, mostrados na figura 5, influenciam as propriedades espectrais e espaciais dos receptores de luz.



Fonte: Berns (2000).

A **esclerótica** é a camada externa que dá forma arredondada ao olho. É uma membrana branca, opaca e fibrosa. Na sua parte anterior ou frontal mostra-se transparente e mais convexa e recebe o nome de **córnea**: em sua parte posterior reveste o **nervo óptico** (nervo que leva os impulsos até o cérebro).

Após ultrapassar a córnea, a luz atravessa a coróide por um orifício denominado **pupila**. Um anel muscular, a **íris** (a parte colorida dos olhos), envolve a pupila e como num diafragma regula a entrada de luz. Atrás da pupila encontra-se o **cristalino**, uma lente biconvexa que converge os raios luminosos para a camada interior, a retina. O cristalino é rodeado por músculos ciliares que aumentam a refração, alterando a convexidade do cristalino para focalizar as imagens.

Figura 5: O processo fisiológico: o olho.

Para o processo de visualização das cores, a membrana fotossensível que reveste a parede interna do globo ocular, a **retina**, tem grande importância. Compõe-se de várias camadas, entre elas, a inferior ou nervosa, formada por ramificações do nervo óptico. A camada nervosa é responsável pela visão: compõe-se de cerca de 130 milhões de células, das quais cerca de 100 milhões são os **bastonetes**, sensíveis à luz e a suas mudanças, e cerca de 30 milhões, os **cones**, sensíveis às cores. Enquanto os bastonetes predominam na periferia da retina, os cones predominam no centro da retina, na região da fóvea (ou mácula). No centro da fóvea retiniana está o ponto cego de onde sai o nervo óptico e onde não há cones nem bastonetes. A visão foveal também é usada na distinção de detalhes. Outros meios de refração, o humor aquoso e humor vítreo, preenchem, respectivamente, a área entre a córnea e o cristalino e a cavidade central, atrás do cristalino. O primeiro é líquido e o segundo gelatinoso; ambos são transparentes.

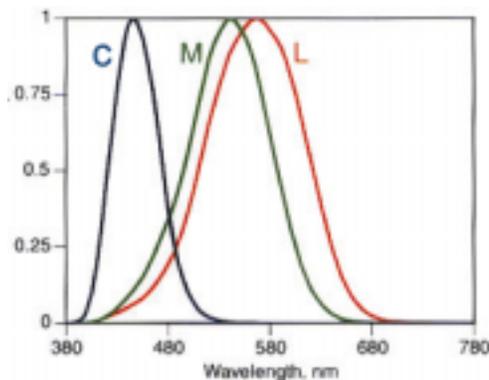
Dentre as duas classes de receptores da retina humana, os cones são os que têm maior sensibilidade para a luz incidente, ou seja, são os nossos receptores de cor e iniciam o envio dos sinais neurais (BERNS, 2000).

• As teorias fisiológicas da visão cromática

Segundo Foley (1996), até princípios da década de setenta, ocorria uma disputa na comunidade científica acerca de duas grandes teorias que buscavam explicar a visão

cromática: a “teoria tricromática da percepção” e a “teoria dos processos oponentes”. Ao longo do debate foi verificado que tais teorias dirigem-se a fases diferentes do processamento visual. A teoria tricromática – processo primário – opera a nível do receptor e se aplica aos cones enquanto a teoria dos processos oponentes opera em níveis posteriores.

Assim, a teoria tricromática da percepção³⁷ assume que os receptores de cor (cones) são sensíveis a uma parte diferente do espectro. Alguns tipos de cones são sensíveis ao comprimento de onda correspondente ao vermelho, outros ao azul e outros ao verde, como está explicitado na figura 6³⁸.



Na figura ao lado, as letras L, M e C são usadas para representar os três tipos de cones com seus picos de sensibilidade para comprimentos de ondas longos, médios e curtos.

Existem mais cones L e M do que C.

O debate atual apresenta uma proporção de 6:3:1 para L: M: C. Devido a essas limitações óticas, baixos comprimentos de luz são percebidos de forma “borrada”.

Fonte: Berns (2000).

Figura 6: Curvas de sensibilidade.

Cada conjunto de cones não tem uma conexão individual com o cérebro. Portanto, formam-se campos de recepção, em que os sinais de cones podem ser enviados juntos ou ser subtraídos por outros. Assim, assume-se que existem três tipos de campos de recepção de cor, chamados de canais oponentes, a saber: o canal **preto-branco** canal de luminância (ou canal acromático), que apresenta alta resolução espacial; o campo **vermelho-verde** cuja resolução espacial é mais baixa que a do canal de luminância; e o canal **amarelo-azul**, com baixa resolução espacial (BERNS, 2000).

³⁷ As origens precisas desta teoria não são conhecidas, mas dentre os fundadores da teoria tricromática estão incluídos três importantes investigadores do séc XIX: Thomas Young (1802), físico inglês, Hermann von Helmholtz (1866), e James Clerk Maxwell, físico escocês que realizou investigações acerca das radiações eletromagnéticas. Esta teoria também é muito conhecida como a teoria de Young-Helmholtz.

³⁸ A tricromia certamente não é única dos humanos; de fato parece que todas as classes de animais contém alguma espécie com visão tricromática. Alguns animais são dicromatas como esquilos, coelhos, alguns peixes, possivelmente os gatos e alguns macacos das Américas (VARELA et.al., 2003).

O fisiólogo Edwald Hering, já no séc. XIX, dizia que a teoria tricromática não poderia explicar como as luzes vermelho e verde combinam-se para produzir a luz amarela, e que pessoas com visão deficiente confundem vermelho e verde ou amarelo e azul, exclusivamente. Esta teoria mostra que os processos oponentes funcionam num nível superior ao dos receptores. O verde e o vermelho trabalham em oposição; outras classes de células opõem azul e amarelo e outras classes, ainda, manejam o canal preto e branco. Assim, a informação dos três tipos de cones passa para as seis classes de células ganglionares, ativadas respectivamente por comprimentos de onda curta, média e longa. Os sinais oponentes são enviados da retina ao nervo ótico chegando até o cérebro. Os sinais cerebrais são interpretados por processos cognitivos resultando na cor.

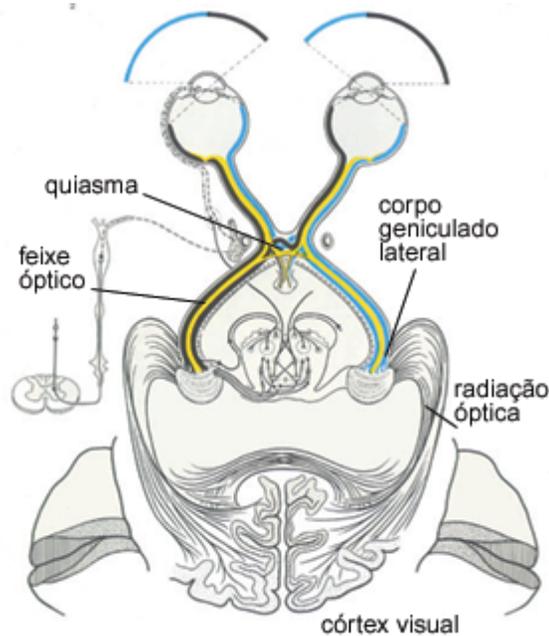
A teoria dos processos oponentes, atualizada por Leo Hurich e Dorothea Jameson em 1957, explica, em parte, a estrutura da aparência das cores mostrando como ela resulta das respostas diferenciais dos canais acromáticos e cromáticos. Desta forma, a organização dos matizes em pares mutuamente exclusivos ou antagônicos reflete uma organização oponente subjacente. Ou seja, nunca experienciamos uma cor que seja a combinação de vermelho e verde, ou amarelo e azul, pois os canais cromáticos não podem sinalizar simultaneamente “vermelho” e “verde” ou “amarelo” e “azul”. A teoria dos processos oponentes também explica porque alguns matizes são únicos e outros são binários. Matizes únicos resultam de um sinal de um canal cromático, enquanto que o outro canal seria neutro ou balanceado. Por exemplo: o verde único resulta quando o canal vermelho-verde sinaliza “verde” e o canal amarelo-azul está desativado. Já, os matizes binários resultam da interação dos dois canais, um com o outro. Assim, o laranja resulta do canal vermelho-verde que sinaliza o “vermelho” e do canal amarelo-azul que sinaliza o “amarelo” (VARELA et al, 2003, p.165).

Alguns indivíduos apresentam incapacidade para discriminar cores pois sofrem de um distúrbio chamado acromatopsia. No mundo, a incidência de acromatopsia é de menos de um caso em 30 mil pessoas³⁹.

³⁹ O neurologista americano Oliver Sacks (1997) descreve a acromatopsia em povos da Micronésia, especificamente da ilha de Pingelap. Sacks narra que após a morte de 90% dos habitantes da ilha, em consequência de um tufão por volta de 1775, e com o processo de reprodução – praticamente endogâmica – começaram a surgir características genéticas raras, entre elas, a “doença dos olhos de Pingelap”. As primeiras crianças com a doença nasceram na década de 1820, e em poucas gerações, o número de pessoas afetadas havia aumentado mais de 5%. Atualmente, mais de duzentos anos depois do tufão, um terço da população é portadora do gene do “maskun” e, dos setecentos ilhéus, cerca de 57 têm acromatopsia, numa proporção de 1 caso para cada 12 habitantes. O autor narra: “os bebês com a doença dos olhos pareciam normais ao nascer, mas aos dois ou três meses de vida começavam a semicerrar os olhos ou piscar, a apertar os olhos ou virar a cabeça para longe da luz forte; e quando começavam a andar, ficava evidente que não conseguiam enxergar detalhes ou pequenos objetos à distância. Por volta dos 5 anos notava-se que não eram capazes de perceber ou distinguir cores” (SACKS, 1997).

3.2.3 O processo cerebral

Após passar pela retina, a informação visual segue pelos nervos óticos que se cruzam no centro do crânio, no “quiasma” (figura 7). Ali os feixes originados na metade esquerda da retina de cada olho se juntam formando o feixe óptico que segue em direção ao hemisfério esquerdo do cérebro, onde fazem sinapse no “corpo geniculado lateral” (no tálamo) e formam a radiação óptica que conduz as informações para o “córtex visual primário” do hemisfério direito. Como as imagens são projetadas invertidas na retina, cada metade do campo visual será projetada no centro visual oposto: o hemisfério visual direito no centro visual esquerdo e o hemisfério visual esquerdo no centro visual direito (GUIMARÃES, 2000).



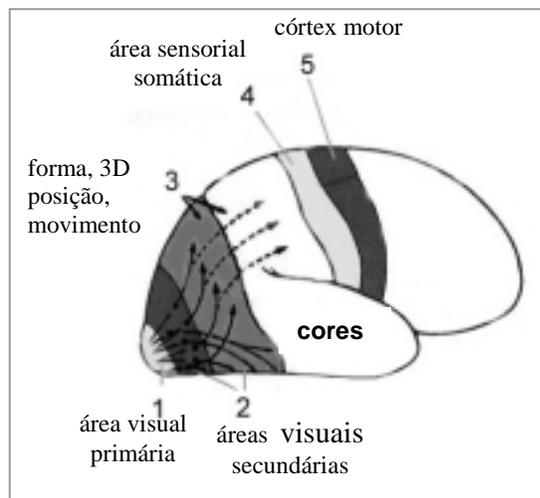
Fonte: Greenberg; Aminoff e Siman (1996, p.141).

Figura 7: Percurso do olho ao cérebro

Há uma correspondência entre as áreas da retina e as áreas do córtex visual primário. Para cada área do campo visual direito corresponderá uma área do córtex visual esquerdo e vice-versa. Quanto mais central for a imagem, mais próximos do pólo do córtex visual primário serão os sinais enviados. A área polar, denominada mácula, recebe os sinais

provenientes da fóvea retiniana. Como se trata de uma área onde a acuidade visual é maior, a mácula é proporcionalmente maior que as áreas que recebem os sinais periféricos da retina ⁴⁰.

Os sinais recebidos pela área visual primária são enviados para as áreas visuais secundárias (figura 8), para a parte superior do lobo occipital e daí para a fronteira com a área secundária das sensações somestésicas, de onde surgem as interpretações das formas, posições, profundidade e movimento. São também enviados para regiões inferiores do lobo occipital onde o detalhamento das imagens (textura, superfície) e cores são tornados conscientes, além da identificação de letras e a consciência do objeto.



A área visual primária ou córtex primário (também é conhecido como área visual I ou V1) localiza-se na área da fissura calcarina e no pólo do lobo occipital. As áreas visuais secundárias também são conhecidas como áreas de associação visual. A área por onde passam todas os sinais do córtex primário é conhecida como área visual II ou V2. As outras áreas que recebem os sinais que partem da V1 e passam pela V2 são conhecidas por V3, V4 e assim por diante.

Fonte: adaptado de Guimarães (2000).

Figura 8: transmissão dos sinais visuais no cérebro.

Até o final do século XIX, para os neurologistas, a cor era parte integral da imagem com correspondência ponto a ponto da imagem na área visual primária do cérebro. Edwin Land (apud GUIMARÃES, 2000), realizando experiências com filtros em 1957, comprovou que

se uma superfície fazia parte de uma cena complexa e multicolorida, não havia relação simples entre o comprimento de onda e a cor percebida. Ou seja, a síntese da percepção das cores é global e não ponto a ponto. Quando a zona de cor é vista como parte de uma cena completa, a luz que reflete localmente não é suficiente para predeterminar a cor percebida.

⁴⁰ Como a imagem projetada na retina é invertida, a imagem da área superior do campo visual é transmitida para a área inferior do córtex visual primário e vice-versa. A área inferior do córtex visual primário está muito mais próxima da área para cor e detalhes, esta disposição funcional indica que a área superior de um campo visual é mais propícia ao uso da cor, que requer percepção e respostas imediatas (GUIMARÃES, 2000).

Para Guyton (1993), a cor é detectada, inicialmente, por meio de contrastes. Atuam nessa análise, um processamento seriado das células simples às mais complexas, no qual vão sendo processados progressivamente os detalhes paralelamente a diversas informações da imagem em várias localizações. É a combinação de ambos os tipos destas análises que proporcionam a interpretação completa de uma cena visual.

Ainda, para Sacks:

A visão colorida, na vida real, é parte integrante de nossa experiência total, está ligada a nossas categorizações e valores, torna-se para cada um de nós uma parte de nossa vida e nosso mundo, uma parte de nós. A V4 pode ser um gerador definitivo de cor, mas que envia sinais e se comunica com uma centena de outros sistemas da mente/cérebro; e talvez também possa ser regulado por eles. É em níveis mais elevados que a integração acontece, que a cor se funde com a memória, com expectativas, associações e desejos de criar um mundo com repercussão e sentido para cada um de nós [...] mas o V4 não é um ponto terminal, apenas uma estação intermediária, projetando a seu tempo para níveis cada vez mais elevados – atingindo, finalmente o hipocampo, tão essencial para o armazenamento das memórias, os centros emocionais da amígdala e do sistema límbico e muitas outras partes do córtex (SACKS,1995).

A cor não é percebida de forma independente de outros atributos da imagem, mas sempre dentro de um contexto mais abarcador, segundo Varela (1992). Todas as sub-redes operam de forma cooperativa. As cores estão intimamente relacionadas a outros atributos do mundo percebido⁴¹.

• A cor e os dois hemisférios cerebrais

Segundo Guimarães (2000), cada hemisfério do cérebro tem uma relativa autonomia e características diferentes de processamento das informações, apesar da existência de uma comunicação intensa entre eles. O hemisfério dominante é o esquerdo, o principal centro de linguagem e cálculo, enquanto o hemisfério direito é o responsável pelas habilidades espaciais, linguagem simples, compreensão e ideação não verbal. Portanto, sendo a cor uma informação não verbal, cabe ao hemisfério direito a sua operação principal.

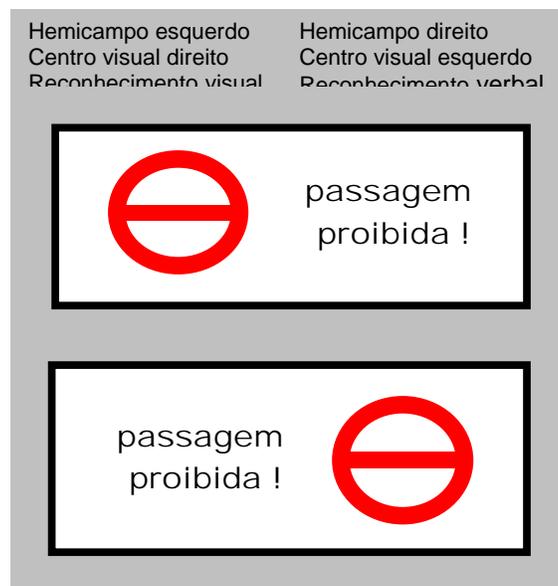
Assim, podemos receber a informação cromática de duas formas: quando evocamos verbalmente uma cor – como na frase “você está vermelho” ou quando utilizamos algum suporte para sua materialidade – por exemplo, acenar um lenço branco. Na primeira forma, utilizamos uma designação verbal, decodificada gramaticalmente pelo hemisfério

⁴¹ Rasmussem (1983) discute sobre modelos de desempenho humano. Ao abordar aspectos sobre a percepção de sinais, signos e símbolos, o autor afirma que a percepção de informações não depende da forma como a informação é apresentada, mas principalmente do contexto na qual é percebida.

dominante esquerdo, que lê a palavra “vermelho” como uma determinada cor, cujo espaço determina que não é verde, não é azul, e etc. Esta informação segue para o hemisfério direito que armazena as informações semânticas concretas sobre o mundo exterior. Dessa forma o vermelho começa a ser completado com informações como “cor do sangue”, “cor do fogo”, “cor da pimenta”.

Acenar o lenço branco, por sua vez, implica uma recepção imediata pelo hemisfério direito, que já busca o repertório da imagem, relacionando com “pedido de paz”, ou “adeus”, ou outro significado armazenado de uso convencional entre o emissor e o receptor da informação visual. A informação segue igualmente para o outro hemisfério, o esquerdo, onde a sua gramática será aplicada e o “espaço” da cor no lenço será delimitado, e a cor denominada.

Considerando que os hemicampos visuais são projetados nos centros visuais opostos, e que o hemisfério esquerdo é o responsável pelo reconhecimento verbal da imagem e o direito pelo reconhecimento visual, na figura 09, com o pictograma vermelho a esquerda e a frase à direita, a informação terá mais eficiência do que na disposição contrária.



Fonte: adaptado de Guimarães (2000).

Figura 9: Uso da assimetria do cérebro na imagem.

Se considerarmos que a cor traz em si uma carga informativa grande, convencional, biológica e cultural, e que recebemos um grande número de informações inscritas em áreas retangulares – páginas de jornais, *outdoors*, placas, telas de cinema,

monitores etc. – em correspondência ao campo visual o uso consciente da assimetria do cérebro é de grande contribuição para a produção de imagens. Contudo, ressalta-se que é a conexão entre os dois hemisférios que permite a construção do conceito integral da cor, reunindo os dados da experiência exterior do hemisfério direito ao espaço da cor que é dado pelo hemisfério esquerdo.

3.3 Descrição e representação da cor

A descrição de uma cor, em um cenário único de condições de iluminação e visualização, pode ser realizada a partir de apenas três parâmetros praticamente universais: matiz, valor e croma. Tais parâmetros (*hue, value, chroma*) foram concebidos por Munsell (2001). Percebendo essas três qualidades individuais é possível reconhecer as relações entre as cores:

- *Hue* [matiz ou tom]: é a qualidade que distingue uma família de cor da outra, tal como o vermelho, azul e amarelo;
- *Value* [valor]: é aquela qualidade que distingue uma cor luminosa de outra escura. A luminosidade da cor depende da porcentagem de luz que é refletida. Diferentes cores podem ter o mesmo valor quando refletem a mesma quantidade de luz. A escala de cinzas de Munsell é dividida em dez etapas de valor. Essas cores neutras não tem *hue*; e
- *Chroma* [saturação]: é a força ou a intensidade da cor. Cores intensas tem alto croma. Cores cinzentas ou neutras tem baixo croma.

Guimarães (2000) sintetiza os atributos (parâmetros) da cor da seguinte forma: o **matiz** determina a exata posição da cor no espectro eletromagnético, o **valor** determina as atenuações ascendentes – clareamento – ou descendentes (escurecimento) da cor e o **croma** determina a proximidade da cor espectral com sua correspondente em uma escala de cinza (figura 10).



Fonte: adaptado de Guimarães (2000).

Figura 10: Parâmetros da cor.

Guimarães (2000) também realizou uma comparação mostrando as diferentes interpretações que os parâmetros da cor sofrem, segundo a abordagem de diferentes autores (quadro 3). Essa diversidade de termos presente na literatura da área, gera confusões quanto à identificação e manipulação dos atributos da cor.

Munsell	Aumont	Varela	Pope	V. Dominguez	Outros
Matiz	matiz	croma	matiz	matiz	tom
Valor	luminosidade	brilho	obscuridade	valor de luminosidade	brilho
Croma	saturação	saturação	intensidade	grau de cromaticidade	saturação

Fonte: Guimarães (2000).

Quadro 3: Comparação entre as diferentes denominações dos parâmetros da cor.

Softwares gráficos empregam o modelo HLS (*hue, lightness e saturation*) para tom, brilho e saturação, respectivamente. Assim, o “tom” (matiz) define a cor espectral, o “brilho” define a atenuação ascendente (que acrescenta branco ou luz) ou descendente (que escurece a cor até o preto ou subtrai luminosidade) e “saturação” referindo-se a pureza da cor. As dimensões básicas da cor, segundo o modelo do cubo de cor⁴², também são matiz (*hue*), valor (*value*) e saturação ou croma (*saturation/chromaticity*):

- **Hue:** matiz ou tom é a dimensão da cor que especifica a posição da mesma no espectro visível. Humanos interpretam diferentes combinações de vermelho, verde e azul para verem os matizes.

⁴² Computadores e outros dispositivos digitais especificam cor baseando-se no modelo conhecido como *COLORCUB*.

- **Value:** valor da cor refere-se à luminosidade ou escurecimento. O branco é a mais luminosa das cores e tem alto valor. O preto tem baixo valor porque é a mais escura das cores. Quanto mais preto for adicionado a uma cor mais baixo será seu valor.
- **Saturation:** saturação ou cromaticidade são usados freqüentemente para descrever o quão brilhante ou vibrante a cor é. Cores como o amarelo canário são altamente saturadas e possuem alta cromaticidade. Sombras de cinza não tem croma e são chamadas de acromáticas.

Com base nas diversas abordagens, assume-se neste trabalho que os termos matiz, valor de luminosidade e saturação seriam os mais adequados. Assim, **matiz** é usado para identificação das cores espectrais; **valor de luminosidade**, para as atenuações ascendentes (clareamento) ou descendentes (escurecimento) da cor; e **saturação**, para a variação da expressão máxima da cor até o seu correspondente em tom de cinza.

Descrever cor por seu matiz, luminosidade e croma é apenas uma das formas para classificá-la dentro do imenso universo das cores. Diferentes formas de ordenação, classificação e registro das diversas relações entre as cores são possíveis:

Um sistema de ordenamento de cor tem por intenção geral incluir todas as cores, ao menos de forma teórica em um modelo topológico, prevendo uma posição específica para cada uma delas e propondo alguma lógica que determine a organização total. Esses modelos têm adotado, segundo diversos autores, as mais variadas formas: escalas lineares, círculos cromáticos, triângulos de cor, sólidos de cor (CAIVANO apud GUIMARÃES, 2000, p.57).

Conforme será explorado a seguir, existem vários sistemas de cores, cada qual com sua amostragem singular de espaço das cores. Segundo o Sexto Congresso da Associação Internacional da Cor “não existe um sistema em especial que seja o melhor para todas as aplicações”. Dependendo da aplicação, um sistema poderá ser mais vantajoso que os outros.

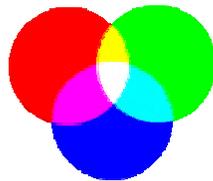
3.3.1 Sistemas baseados em misturas de cores: luzes e pigmentos

Os sistemas de representação da cor baseados em mistura apresentam diferentes níveis de relações entre primárias e secundárias – *intermixtures*. Televisores, câmeras, scanners e monitores de computadores são baseados no sistema aditivo de cor, onde as luzes vermelho (R), verde (G) e azul (B) quando projetadas simultaneamente formam o branco.

Impressão offset, impressão digital, pinturas, tintas plásticas baseiam-se em sistema de cores subtrativas (CMY/ CMYK) na qual cyan, magenta e amarelo, misturados, formam o preto (K). Portanto, a definição de cores primárias e secundárias é dependente do método de coloração.

- **Síntese aditiva**

Na mescla aditiva têm-se as “luzes primárias”: vermelho, verde e azul-violeta, que, juntas, recriam a luz branca. As cores compostas (ou secundárias) são: amarelo, ciano e magenta, que derivam da síntese das cores primárias. Assim, para se obter a luz branca não são necessárias todas as luzes que compõem o espectro solar. Bastam três projetores, cujos feixes luminosos, nas cores vermelho, verde e azul-violeta, se sobreponham parcialmente como está simulado na figura 11.



Luz azul-violeta + luz vermelha = luz magenta

Luz azul-violeta + luz verde = luz ciano

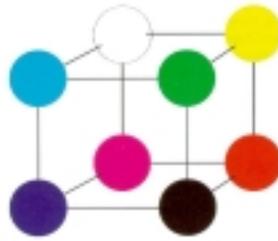
Luz vermelha + luz verde = luz amarela

Fonte: Berns (2000).

Figura 11: Síntese aditiva / cor-luz.

Duas luzes são chamadas complementares quando sua sobreposição recria a luz branca, ou seja, uma luz acromática – não-colorida – de “igual energia”, na qual não predomina nenhum comprimento de onda.

A mistura de cor-luz pode ser facilmente exemplificada com o CRT *display*. As várias combinações de proporções entre as primárias e secundárias produzem a gama de cores (*color gamut*) daquele sistema. Quando as três primárias estão no máximo (R 255, G 255, B 255) temos o branco. Quando as três primárias encontram-se desativadas (R zero, G zero, B zero) temos o preto. Isto também pode ser exemplificado a partir da observação do cubo RGB (BERNS, 2000). Em *software* de computação gráfica, partes do cubo são mostradas para o usuário realizar a seleção de cor (figura 12).

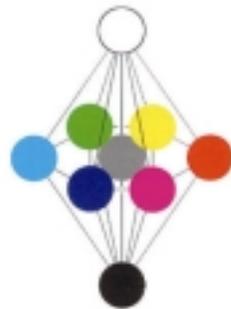


Fonte: Berns (2000).

Figura 12: Cubo de cor.

No Cubo de cor, os sistemas RGB e CMY são integrados no mesmo modelo. A troca entre os sistemas é uma simples rotação do modelo. RGB e CMY são vértices, que quando situados em um mesmo referencial do espaço de cor formam outra dimensão do cubo.

Quando rotaciona-se o cubo posicionando, o preto e o branco na parte superior ou inferior resulta num duplo hexágono, como mostra a figura 13. Essas coordenadas são descritas comumente como *hue*, *lightness* e *saturation* (HLS). As modalidades HSB (*hue*, *saturation*, *brightness*) e HSV (*matiz*, *saturation*, *value*) são similares. O sistema de Oswald e o sistema HLS da computação gráfica são sistemas equivalentes (BERNS, 2000).



Fonte: Berns (2000).

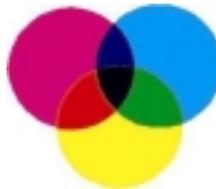
Figura 13: HLS.

- **Síntese subtrativa**

No processo de mescla ou síntese subtrativa, trabalha-se com pigmentos. Assim, cor-pigmento é a substância material que, conforme sua natureza, absorve, refrata ou reflete os raios luminosos (PEDROSA, 1982).

Comumente, chama-se de pigmento as substâncias corantes que fazem parte do grupo das cores químicas. Para Pedrosa (1982), as cores pigmento podem ser divididas em:

- **cor-pigmento opaca**, conseguida a partir da mistura de tintas densas como óleo, acrílica e têmperas. É conhecido também como modelo artístico;
- **cor-pigmento transparente**, conseguidas a partir da sobreposição e justaposição de camadas transparentes de ciano, magenta, amarelo, como ocorre nos processos de impressão (ver figura 14).



Fonte: Pedrosa (1982).

Figura 14: Síntese subtrativa / Cor-pigmento transparente.

O princípio das cores complementares da mescla subtrativa é o mesmo das cores complementares da síntese aditiva. A diferença está no resultado final. Na síntese aditiva, a somatória de cada cor primária com a sua complementar conduz ao branco. Na mescla subtrativa, a somatória de cada cor básica com a sua complementar leva ao preto, ou seja, à absorção de todas as radiações luminosas incidentes. As cores básicas CMY (ciano, magenta e amarelo) que, juntas, absorvem todas as radiações luminosas da luz branca incidente, resultam no preto. Daí porque a mistura de cores-pigmento denomina-se síntese subtrativa.

Cada tipo de pigmento tem seu próprio poder seletor, sendo assim, absorve (subtrai) uma ou mais radiações. Misturando dois pigmentos com características de seleção diferentes, obtém-se uma maior subtração de radiações. Em alguns casos pode-se chegar a uma absorção total. Essa absorção corresponde a uma reflexão nula, que proporcionaria a

visão do preto. Quando um pigmento reflete toda a luz branca pela qual foi iluminado, enxerga-se o objeto como sendo branco. Nosso olho soma todas as radiações refletidas pelo pigmento, vendo assim uma única cor (BAER, 1999).

O modelo subtrativo CMY acaba sendo teórico, pois na prática as tintas básicas de tricromia, contaminadas com as outras cores primárias, não conseguem reproduzir de modo satisfatório as tonalidades das imagens originais de tom contínuo (BAER, 1999). Contudo, quase todo o trabalho de impressão em cores baseia-se no modelo subtrativo CMYK⁴³. O preto é representado pela letra K no lugar do B (*black*) evitando confusão com o B (*blue*).

A indústria gráfica também tem desenvolvido sistemas de mistura de cores subtrativas sob forma de livros e cartelas. Estes são produzidos para exemplificar diferentes possibilidades de arranjo entre ciano, magenta, amarelo e preto, impressos em papéis revestidos (brilhantes) e não revestidos (opacos), papelões, plásticos, tecidos etc. Um exemplo pode ser o *True Color Process Guide*, desenvolvido durante os anos 50, que apresenta mais de 18.000 cores.

Nos processos de impressão, freqüentemente, uma cor especial (*spot color*) também pode ser produzida pela mistura de algumas tintas. Essa cor é aplicada sobre o suporte de forma separada. Um exemplo para a escolha de cores especiais é o PANTONE *Matching System*, formulado a partir de 14 cores básicas. A gama de cores obtida a partir do sistema PANTONE é maior que a gama gerada a partir do sistema CMYK, embora a PANTONE também possua cartelas de correspondência de cor especial para CMYK⁴⁴.

A popularidade do PANTONE *Matching System* incentivou a criação de produtos adicionais. Assim a empresa criou cartelas para têxteis, plásticos e, devido à demanda digital, também produziu escalas em RGB, em hexadecimal, com especificação para cores impressas. As cartelas e mostruários de cores atuam como ferramentas de comunicação entre designers, consumidores e tecnólogos.

⁴³ Em 1936 a Agfa e a Kodak padronizaram os nomes destas cores criando a cor magenta para denominar o púrpura primário e o Cyan para denominar o azul-esverdeado. Nos anos 50, a Deutsches Institut for Normung (DIN) definiu as cores magenta, amarelo e cyan como as cores básicas de impressão (GUIMARÃES, 2000).

⁴⁴ Em 1963 Lawrence Herbert salvou da falência a gráfica Pantone, de New Jersey (EUA), ao desenvolver o catálogo de tintas Pantone *Matching System*. A inovação de Herbert foi produzir em formato de fácil manuseio um livreto com centenas de cores numeradas que podiam ser produzidas na própria gráfica, por meio de mistura em quantidades exatas de apenas 14 tintas básicas. As tabelas Pantone tornaram-se sinônimo genérico de tintas especiais, embora seja uma marca registrada. Na área gráfica são mais de 20 catálogos, que incluem tintas metálicas, fluorescentes, tons pastéis e escalas CMYK em diferentes tipos de suportes. O livreto original foi rebatizado de "Pantone fórmula Guide", oferece 1147 cores diferentes, com as respectivas fórmulas de misturas. Muito fabricantes são credenciados para produzir tintas no padrão Pantone (LOPES, 2003).

Segundo Berns (2000), todos os sistemas baseados na mistura de cores que tentam apresentar amostras de atributos de percepção têm deficiências de brilho. A relação entre as etapas equivalentes de mistura e de percepção não são lineares. Isto torna difícil a estimativa de quantidades das primárias por interpolação visual. Além disso, o autor alerta para o fato de que os matizes do conteúdo total da cor não têm luminosidade e croma idênticos. Exemplificar as relações de percepção das cores através da amostragem linear de uma seqüência de primárias quase sempre leva a graves deficiências.

3.3.2 Sistemas baseados na percepção da cor

Os “sistemas baseados na mistura de cores” são desenvolvidos a partir da definição de uma seqüência de cores primárias no processo de coloração, e os “sistemas baseados na percepção de cores” são desenvolvidos a partir da definição de uma seqüência de intervalos visuais.

Eles não requerem uma seqüência de amostras, mesmo assim, a exemplificação do sistema tem muitas vantagens, pois leva ao conceito de intervalo visual equivalente. Este conceito permite a interpolação visual e facilita a classificação de cores por incrementos mais precisos. Geralmente, há muita experimentação visual para validar o sistema e garantir que não é ambíguo.

Quando existe o desejo de produzir amostras que exemplifiquem o sistema, há muitos pontos que devem ser considerados. Estes pontos não são importantes apenas na produção e utilização de exemplos físicos dos sistemas de ordenação de cores, mas também para qualquer padrão visual utilizado para especificar uma cor.

O primeiro aspecto diz respeito ao ambiente de visualização e iluminação. A distribuição de energia espectral da fonte e seu nível, as geometrias de iluminação e visualização, e a luminosidade do fundo devem ser definidas e seguidas. Talvez mais negativas do que as mudanças globais que ocorrem com todas as amostras são as mudanças que ocorrem em suas inter-relações. De maneira ideal, as amostras utilizadas devem ter a maior constância de cor possível. Desta forma, mudanças de iluminação e visualização teriam um efeito mínimo na aparência do exemplo. A escolha dos materiais é igualmente crítica. O conjunto de estímulos não deve ser sensível a mudanças ambientais. Isto inclui mudanças reversíveis de cor causadas por mudanças de temperatura e umidade, assim como mudanças permanentes como desbotamento e amarelamento (BERNS, 2000).

Quando um sistema de ordenação de cores é utilizado para especificação de cores é desejável que o sistema e o espécime a ser especificado sejam feitos de materiais idênticos e que permita que sua exemplificação seja produzida com muita precisão e acuidade.

Para Berns (2000), infelizmente não existe exemplo algum que preencha todos esses requisitos. Como consequência, deve-se tomar muito cuidado ao utilizar conjuntos de cores para especificação. Recomenda-se os seguintes cuidados:

- Primeiro, deve-se utilizar o exemplo apenas em seu ambiente de iluminação e visualização padronizado;
- Segundo, se a amostra original for utilizada para especificação de cores (ex: um designer que utiliza as amostras para especificar um esquema de cores) deve-se verificar, visualmente, se as mudanças na aparência da cor, em relação às mudanças de iluminação, são aceitáveis. Devido ao problema da pobre constância de cores, as amostras apresentam mudanças indesejáveis em relação à aparência das cores. As amostras representarão o sistema apenas para condições de visualização e iluminação específicas.
- Terceiro, quando forem utilizadas especificações numéricas, deve-se ter certeza de que o exemplo tem alto nível de precisão e acuidade.

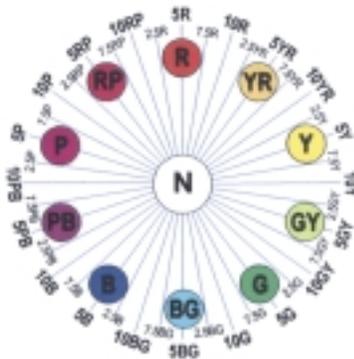
Sistemas de ordenamento de cores são ferramentas muito importantes e úteis para a representação de cores. Os principais sistemas serão tratados a seguir.

- **O sistema de Cores Munsell**

O *Munsell System* é um modelo de identificação e notação de cor. Foi desenvolvido por Munsell, em 1905, como uma ferramenta didática para estudantes de arte (BERNS, 2000). Seu objetivo era ter tanto um sistema numérico como um exemplo físico. Nesse sistema foi utilizado o princípio de orientação a igualdade de intervalos visuais. Isso pode ser observado no *Atlas of the Munsell Colors*, publicado em 1915.

Munsell dividiu o intervalo de cores em dimensões de matiz, luminosidade e croma, definidos como *Munsell hue*, *Munsell value* e *Munsell chroma*, respectivamente. Seu desejo por uma classificação numérica o levou a 10 matizes principais e 10 graus de valor, baseados no sistema decimal. Assim, como mostra a figura 15, os dez matizes empregados e

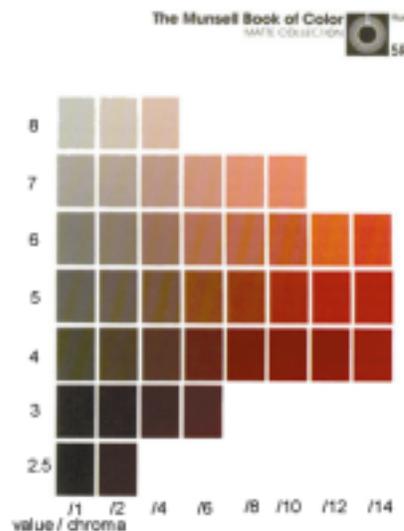
ordenados em forma de círculo foram: **vermelho (R)**, amarelado (YR), **amarelo (Y)**, amarelo-verde (GY), **verde (G)**, verde-azul (BG), **azul (B)**, azul-roxo (PB), **roxo (P)**, vermelho-roxo (RP). Cada matiz principal pode ser dividido em dez sub-matizes: 1R, 2R, . . . , 9R e 10R. A divisão dos matizes em 100 graus permite uma maior igualdade visual entre matizes vizinhos quando comparado a sistemas baseados nos quatro matizes principais de vermelho, verde, amarelo e azul.



Fonte: Silveira (2002).

Figura 15: Os dez matizes ordenados em círculo por Munsell.

As cores específicas dos cinco matizes principais foram determinadas visualmente; Munsell concluiu que estes cinco matizes (ajustados com o mesmo valor e croma) deveriam formar cor neutra quando misturados através de um disco rotatório. Ele construiu um aparelho que girava uma esfera pintada com os cinco matizes principais, com valores diferentes para demonstrar este princípio.



Fonte: Berns (2000).

Figura 16: The *Munsell Book*.

Os valores variam entre preto (0) e branco (10). As cores acromáticas que tinham um intervalo visual equivalente foram definidas por seu índice de reflexão luminosa, baseado em um instrumento visual desenvolvido por Munsell.

As cores acromáticas (preto, cinzas e branco) são assinaladas com o prefixo “N” – por exemplo, N0, N1, . . ., N10. O instrumento visual foi utilizado para produzir cores de vários valores para cada matiz. Desta forma, foi feita uma suposição de que a relação de luminosidade para cores acromáticas se aplicaria também para as cores cromáticas. Para um matiz e valor definidos, as cores foram ajustadas em escalas de croma crescente com diferenças equivalentes entre as amostras vizinhas. As amostras que se ajustavam a este critério foram selecionadas por tentativa e erro. Munsell planejou exemplificar o intervalo de cor tridimensional utilizando uma esfera. Entretanto, limitar o intervalo de cores a uma esfera seria enganoso, pois para diferentes pigmentos, diferentes cromas máximos ocorrem e são atingidos em diferentes níveis de luminosidade. Isto deu origem ao sólido de cores de Munsell. Os estudos de Munsell foram narrados por Nickerson (1940, 1963 apud BERNES, 2000).

O Atlas original sofreu um refinamento baseado em extensas experimentações visuais, resultando no atual *Munsell System* e suas várias exemplificações, assim como o *Munsell Book of Color Glossy and Matte Editions*, o *Munsell Student Set*, o *Scotdic* e o *Chroma Cosmos 5000* (BIRREN, 1979). No final dos anos 30 ficou evidente que o intervalo visual poderia ser melhorado. Uma subcomissão da *Optical Society of America* realizou experimentos visuais detalhados, totalizando mais de três milhões de observações advindas de técnicas de experimentações mais sofisticadas (NEWHALL, 1943 apud BERNIS, 2000).

Em razão da especificação ser baseada na identidade entre cores ao invés das propriedades espectrais, é possível produzir o Sistema Munsell utilizando uma gama de materiais. Entretanto, as regras de exemplificação devem ser seguidas. A equivalência ou igualdade de intervalo visual em particular se aplica apenas a espécimes iluminados pela luz do dia e visualizados contra um fundo meio cinza. A notação de Munsell é definida como H V/C, em que H representa matiz (*hue*), V representa valor (*value*) e C representa croma (*chroma*). Um tijolo vermelho poderá ter a notação 5R 4/6, por exemplo.

• Sistema de Cores Naturais

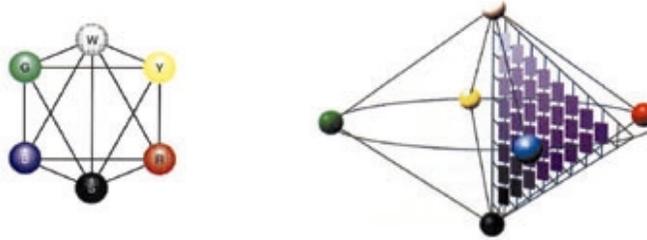
O *Natural Color System* (NCS) foi desenvolvido com base nos estudos de Hering (1878). Hering já havia considerado que existiriam seis cores elementares: preto (S), branco (W), amarelo (Y), vermelho (R), azul (B) e verde (G)⁴⁵. Hering chamava estas quatro cores de “naturais”. Suas idéias foram interpretadas por Johansson durante a década de 30, gerando um *sistema de cores naturais*⁴⁶ (JOHANSSON, 1937 apud BERNIS, 2000).

Assim, o princípio de orientação do NCS é definir uma cor por sua semelhança com as cores elementares de Hering, expressada em porcentagens. As cores elementares podem ser organizadas dentro de um hexágono, mostrando possíveis combinações de acordo com as teorias oponentes de Hering (figura 17). Por exemplo, o azul elementar tem conexão com o verde, o vermelho, o preto e o branco. Porém, não tem conexão com o amarelo, e de maneira análoga o vermelho não tem conexão com o verde. Por serem cores elementares

⁴⁵ No início deste capítulo destacou-se como a fisiologia do olho gera canais opostos de preto-branco, vermelho-verde e amarelo-azul.

⁴⁶ Hesselgren realizou extensos experimentos visuais para produzir uma exemplificação do sistema de cores naturais de Johansson, sendo criado em 1952 o *Hesselgren Color Atlas*. Devido às irregularidades visuais apresentadas neste atlas, provavelmente um resultado das limitações dos experimentos visuais e do envelhecimento das amostras, a *Swedish Color Center Foundation*, fundada em 1964, fez uma revisão do Atlas de Hesselgren através da realização de novos experimentos visuais e da incorporação de medições instrumentais e especificações colorimétricas.

oponentes, não é possível termos azuis-amarelados, amarelos-azulados e assim por diante. Por exemplo, uma cor que se assemelha a um azul puro, sem avermelhamento ou esverdeamento algum, teria um índice de azulamento equivalente a 100. Em 1979, após 15 anos de pesquisa e desenvolvimento, o *Swedish Standard Color Atlas*, exemplificando o *Natural Color System* (NCS), foi publicado (SWEDISH STANDARD INSTITUTE 1979; HARD 1981, 1996; SIVIK 1994 apud BERNS, 2000).



Fonte: Berns (2000).

Figura 17: Sistema de Cores Naturais.

3.3.3 Sistemas baseados na identidade entre cores

Uma das maneiras de simplificar bastante a especificação de cores é transformar o problema em um caso de identidade entre cores. A cor a ser reproduzida deve ser idêntica à cor de uma amostra visualizada e iluminada sob condições específicas. Se o modelo e sua reprodução são ambos materiais, eles seriam dispostos lado a lado sob as condições específicas definidas para o caso. Se estivermos comparando luzes coloridas com amostras materiais – comparando cores de um display CRT a uma impressão colorida, por exemplo – simplifica-se ao máximo as condições de visualização para que a luz emitida pelo display seja idêntica à luz refletida pelo papel. O problema será responder se as duas cores são realmente idênticas.

Experimentos de identidades entre luzes coloridas foram realizados pela primeira vez por Newton no começo do século XVI (NEWTON, 1730). Ele descobriu que a luz branca poderia ser reproduzida pela mistura dos comprimentos de onda azul e amarelo apenas. Este experimento produziu uma combinação metamérica: estímulos diferentes, um sendo produzido por todos os comprimentos de onda e outro produzido apenas pelos comprimentos

de onda azul e amarelo, produziram respostas visuais idênticas. Qualquer um dos estímulos poderia ser utilizado para especificar outras “luzes brancas”.

Este sistema foi desenvolvido como um sistema visual de identidade entre cores, um processo geralmente conhecido como *colorimetria visual*.⁴⁷ A colorimetria visual data do final do séc. XIX. Lovibond, um mestre cervejeiro, desenvolveu um aparelho com o qual ele podia especificar a cor da cerveja visualmente utilizando jogos de vidros coloridos (LOVIBOND, 1887). O *tintômetro de Lovibond* gerava uma gama de cores abrangendo todas as possíveis cores da cerveja e outros líquidos, incluindo óleos, tinta automotiva e xaropes a base de açúcar.

Todos os colorímetros visuais, por definição, são baseados no princípio da metameria. Como consequência, duas cores que são idênticas para uma pessoa provavelmente não permanecerão idênticas quando vistas por outra pessoa. Quanto maiores as diferenças de propriedades espectrais entre os resultados obtidos com o colorímetro visual e o material produzido, mais provável será que surjam problemas quando muitos observadores estiverem envolvidos no processo de especificação. O uso de um colorímetro visual que não foi projetado para uma situação específica quase sempre resultará em significativa metameria. Se pudéssemos substituir qualquer observador em particular por um observador médio, esta limitação seria levemente reduzida, baseada somente nos princípios da estatística. Se este observador médio fosse padronizado - o observador padrão - então todas as especificações seriam consistentes e não dependeriam de quaisquer propriedades visuais particulares dos observadores.

• Sistema CIE

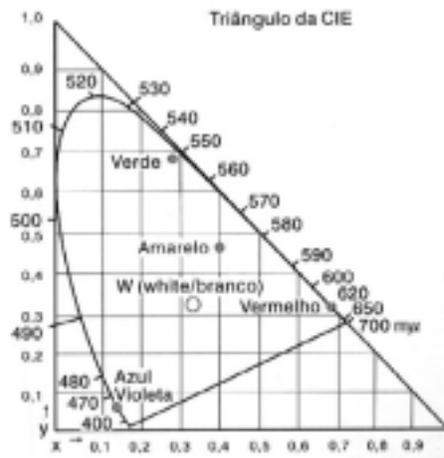
O Sistema CIE utiliza o conceito de colorimetria visual, tendo como referência um observador padrão e um instrumento padronizado de medição. Surgiu nos anos 20, como um método de especificação de cores (TROLAND, 1922 apud BERNS, 2000). O sistema CIE desejava, inicialmente, especificar as luzes vermelha, verde e amarela utilizadas em estradas de ferro e, um pouco mais tarde, no controle de tráfego das rodovias (HOLMES, 1981). Este

⁴⁷ Colorimetria: combinação de duas palavras, color (cor) e metria (medir), é a ciência que realiza a medição das cores.

sistema foi padronizado pela primeira vez em 1931, por parte da CIE (*Commission Internationale de Eclairage*), sendo aceito universalmente.

De acordo com os técnicos da CIE, cada cor é especificada, antes de mais nada, pelo seu comprimento de onda. Foram escolhidas três cores teóricas, denominadas valores triestímulo X, Y e Z, próximos ao magenta, verde e azul-violeta. Essas três cores (X, Y, Z) entram em proporções diversas na formação de todas as outras cores.

O triângulo da CIE é uma figura bidimensional que permite apenas a especificação do tom (matiz) e da saturação de uma cor (figura 18). A luminosidade pode ser mensurada numa escala que possui luminosidade nula para o preto e igual a 100% para o branco. As primárias da CIE foram escolhidas de modo que o Y, além de definir o componente verde de uma cor, especificasse também a luminosidade, tornando-se fator de luminosidade (BAER, 1999).



Fonte: Baer (1999).

Figura 18: Triângulo CIE.

O sistema CIE parte do princípio de que dois estímulos têm cores idênticas quando se obtêm respostas iguais por parte dos cones retinianos. Durante o início do séc. XX, quando a colorimetria estava sendo desenvolvida, as medições ainda eram feitas avaliando-se a sensibilidade espectral do olho. Um sistema padronizado de identidade entre cores era a única abordagem viável. Hoje, o CIE está tentando desenvolver um sistema de acompanhamento totalmente psicológico (BOYNTON 1986; SCHANDA 1998 apud BERNNS, 2000). Isto poderá melhorar o entendimento sobre a psicologia latente da identidade entre cores e

permitirá fazer especificações colorimétricas para uma série ainda maior de condições de visualização e iluminação.

3.3.4 Gerenciamento de cores

É a partir das diferenças de cada modelo de cor e das determinações numéricas das cores que começam os problemas de gerenciamento. Espaços com CMYK, Pantone e RGB são dependentes de dispositivos, ou seja, não dependem apenas da informação numérica. O espaço CMYK depende também do tipo de tinta utilizado (como escala Europa ou *Swop*), das máquinas impressoras e de outros fatores utilizados em sua reprodução. O espaço RGB depende do tipo de monitor e fósforo utilizado.

Da mesma maneira que a percepção da cor varia de um indivíduo para outro, cada dispositivo no *workflow* digital de DTP – entrada, exibição, saída – utiliza um método diferente para processar as cores. A tecnologia empregada em cada equipamento permite um certo alcance de cores que aquela máquina em particular pode reproduzir ou exibir. Este alcance de cores é conhecido como *gamut*. Cada tipo de equipamento tem seu próprio espaço de cor, seu próprio alcance de cores, sua própria definição. Como uma imagem passa por diversas fases até a impressão final, cada dispositivo, ao longo do fluxo de trabalho, introduz mudanças sutis na cor. Até mesmos monitores produzidos pelo mesmo fabricante, podem mostrar uma certa cor de maneiras diferentes. Também existem efeitos de impressão criados com tintas especiais (como metálicas e vernizes) que não podem ser representados pelo DTP. É importante ressaltar que os dispositivos de entrada, seja uma máquina fotográfica digital ou um scanner de qualquer natureza ou marca, podem responder de forma diferente à mesma informação de cor. As características das fontes de iluminação e leitura, tal como sua idade, tipos de filtros e o caminho óptico ao longo do qual a imagem é digitalizada interferem na informação das cores.

De forma abrangente, para termos garantia de uma boa reprodução de cor deve-se observar as diferenças de *gamuts* entre os dispositivos no *workflow* e as *divergências* do desempenho standard de qualquer dispositivo no *workflow*. Um sistema de gerenciamento de cores (CMS) pode prover a consistência de cor que se necessita no fluxo de trabalho. O CMS administra as diferenças nos espaços de cor dos dispositivos no *workflow*. Os *softwares* atuais estão baseados nos sistemas CIExyY e CIELab. O CMS transforma os dados do RGB para o sistema independente CIE e os converte em separações CMYK, para que sejam mantidas as

cores durante o processo. Essa conversão confia em algoritmos de conversão profissionais. O CMS também pode converter uma imagem CMYK em outros dados de CMYK para um dispositivo de produção ou para reprodução.

Usando os perfis criados nos dispositivos específicos, as cores e seus controles terão fidelidade em todo o fluxo de produção. A determinação de WYSIWYG (*What you See is What you Get*- O que você vê é o que você obtém) será satisfatória (SENAI, 2001).

Segundo SENAI (2001), o gerenciamento de cores tem três fases distintas, a saber: caracterização, calibração e conversão:

a) Caracterização

A caracterização define como o CMS captura ou reproduz a cor usando um espaço de cor independente (geralmente CIE LAB) do dispositivo. Essa fase determina a forma com que cada equipamento reproduz a cor e compara com o espaço independente do CMS. A partir daí, passa-se a saber como as cores são reproduzidas por cada dispositivo criando perfis (*profiles*) que serão comunicados na fase de conversão.

O perfil da fonte define dispositivos de entrada e o perfil de destino define dispositivos de saída. Os perfis podem ser personalizados, genéricos ou específicos. É melhor procurar trabalhar com perfis genéricos. Por exemplo; se todas as impressoras de uma gráfica trabalham com tintas da escala Europa e papel couché, não é necessário caracterizar cada impressora através de testes personalizados. E, no caso de padronização, fica difícil trabalhar com perfis normalizados por um espaço de cores, independente dos equipamentos. Perfis de destino ou saída tornam o processo mais complicado, pois envolvem novas variáveis como densidade, ganho de ponto, características dos suportes e da tinta. Além disso, a conversão para CMYK é mais complexa que para RGB.

Criar ou ajustar um perfil envolve:

- 1.Capturar ou imprimir do equipamento uma imagem de referência (como as imagens padronizadas IT8) com cores conhecidas;
- 2.Registrar através de espectrofotômetros, colorímetros ou espectroradiômetros os valores reproduzidos pelos equipamentos (scanner, monitor, impressoras);
- 3.Criar um perfil dos dados.

O uso de perfis permite ao monitor simular as cores de determinada impressora, permite às impressoras simular diversos processos de produção, informando ao sistema qual é o perfil necessário. Na linha *Apple*, encontra-se no sistema operacional o gerenciador de cores *ColorSync*, que é responsável pela administração dos perfis e conversões de cores entre os periféricos e softwares. No caso dos PCs, o gerenciamento fica por conta dos próprios aplicativos; isso explica porque a manipulação de uma mesma imagem entre eles, mostra as cores diferentes (uma imagem editada pelo Photoshop e levada para o Quark por exemplo).

b) Calibração

Os dispositivos devem ser calibrados periodicamente para manter a consistência de cor, produzindo os mesmos valores pelo perfil. Por exemplo: uma área da imagem com 50% de magenta deve manter esse mesmo valor no fotolito e na prova impressa. Os scanners CCD geralmente são calibrados apenas uma vez, devendo manter a constância de cor a cada leitura. *Imagesetters*, por estarem sujeitas à sensibilidade da emulsão usada, às variáveis da revelação e processamento dos filmes, à intensidade de exposição do laser, precisam ser calibradas ou linearizadas uma ou duas vezes por dia.

Os passos para a calibração são:

1. Estabelecer as variáveis a serem calibradas;
2. Capturar, expor ou imprimir uma imagem de teste;
3. Avaliar o resultado usando espectrofotômetros, colorímetros e densitômetros de reflexão e transparência;
4. Ajustar o dispositivo.

c) Conversão

A fase de conversão é justamente aquela em que os valores ou espaços de cores nativos dos equipamentos (RGB/ CMYK) são convertidos pelo sistema de CMS em padrões CIE e CIELab.

O gerenciamento de cores é um assunto complexo, que envolve desde o conhecimento do processo de fabricação da tinta e papéis, dos sistemas de impressão,

conhecimento do diferentes equipamentos e suas limitações, assim como os modos como trabalham as cores. Sem ele não há nenhum controle das cores desde a entrada da imagem até sua impressão final, e não haverá garantia de consistência de cor, tão importante para os sistemas de identidade visual desenvolvidos pelos designers.

3.4 Aparência da cor

A cor dos corpos não depende apenas da natureza da matéria que os compõe, mas também da luz que os ilumina. Quando uma luz incide sobre um corpo, sabemos que uma parte dela será refletida e a outra absorvida. A parte da luz que foi devolvida alcançará nosso olho, fazendo com que se atribua àquele corpo uma cor, de acordo com a qualidade da luz que ele reflete.



Fonte: Berns (2000).

Figura 19: Aparência da cor.

Portanto, é perfeitamente compreensível que a cor dos corpos mude, dependendo da fonte de luz que os atingiu. No dia-a-dia, subentende-se que o corpo tenha sido exposto à luz diurna, que chamamos luz branca. Nenhuma fonte artificial pode proporcionar a mesma luz branca, não obstante os mais recentes avanços tecnológicos. Uma medição científica, objetiva, da cor é possível pelo uso de espectrofotômetros, instrumentos que medem a intensidade de cada um dos componentes monocromáticos que constitui o espectro de uma radiação policromática (CARRAMILO NETO, 1997).

A “aparência da cor” é uma disciplina da ciência das cores voltada à descrição da cor dentro de um certo ambiente. Os “modelos de aparência da cor” são utilizados para prever as modificações em uma cor causadas por mudanças de iluminação, visualização e cognição

(BERNS, 2000). Quando consideramos não apenas um objeto colorido, mas uma sala cheia de objetos coloridos, as mudanças que ocorrem são bem maiores. Assim, os elementos individuais de um cenário que estão em nosso campo visual e suas relações podem variar em relação à cor.

Por exemplo, ao observarmos a figura 20, considera-se a visualização de um pedaço de papel cinza claro, primeiro contra um fundo branco, depois contra um fundo preto. Um modelo de aparência de cor poderia prever um aumento de luminosidade do papel cinza claro para o fundo preto se comparado ao fundo branco.



Fonte: Adaptado de White e Goldin (1997).

Figura 20: Diferença de luminosidade em relação ao fundo.

Quando se necessita saber se um lote de material é igual ao padrão, não precisamos do nome da cor do padrão. Geralmente, leva-se em consideração um par de objetos ao invés de um isoladamente, procurando apenas saber a diferença de cor entre eles.

Para os processos envolvidos com a coloração de materiais, é exigido que os sistemas prevejam as “diferenças entre cores” ao invés da “aparências das cores”. Para aqueles processos de coloração que desenvolvem atividades ligadas com iluminação e cores em imagens, como fotografia, impressão e computação gráfica, os modelos de aparência da cor podem ser exigidos de forma complementar.

Um aspecto fundamental para a visualização das cores é a metameria. É possível produzir cores equivalentes sem a utilização de materiais idênticos, porque estímulos espectralmente diferentes podem produzir a mesma resposta visual.

A metameria torna possível que diferentes tecnologias de cores existam. A maioria dos sistemas de reprodução de cores, incluindo televisão, fotografia, cinema e impressão, depende de três ou quatro cores primárias (nem sempre iguais) para representar o mundo cromático. Os pigmentos tóxicos podem ser substituídos por corantes biodegradáveis. Os corantes podem também ser substituídos para reduzir custos. Devido à metameria é possível reordenar a fórmula de uma cor através da utilização de corantes diferentes. Os designers

podem coordenar a combinação de itens com cores idênticas, mesmo que sejam feitos com materiais diferentes.

As superfícies podem apresentar drásticas diferenças de cor quando submetidas a mudanças em relação à iluminação ou ao observador. Sob iluminação incandescente, uma amostra pode parecer verde e a outra marrom. Sob a luz do dia, em torno de 6.500 K, elas podem parecer idênticas. Sob a luz do céu, em torno de 10.000 K, elas podem se tornar diferentes novamente (BERNS, 2000). Contudo, em muitas ocasiões, as condições de iluminação não podem ser controladas. O interior de uma sala ou um automóvel é iluminado por muitas fontes diferentes. Mesmo que se possa controlar a iluminação, não poderemos controlar os observadores. As cores reproduzidas por fotografia, por impressão e televisão são quase sempre altamente metaméricas em relação aos objetos reais que estão reproduzindo. O que torna este aspecto menos explícito é o fato dos objetos originais raramente estarem disponíveis para comparação.

A metameria pode ser tanto uma benção quanto uma maldição. Mudanças em relação à fonte de luz, ao objeto ou ao observador podem resultar em uma combinação falha. O único modo de eliminar a metameria é tentar produzir objetos que sejam combinações espectrais.

3.4.1 Conceitos de iluminação que devem ser considerados na visualização das cores

A cor da luz que ilumina uma superfície influencia diretamente a percepção da cor da mesma. Assim, a compreensão dos conceitos de “temperatura da cor” e “índice de reprodução de cor” são fundamentais.

- **Temperatura da cor**

Um critério popular para verificar a composição espectral da luz branca é a temperatura de sua cor. Isto é baseado em duas premissas:

- que a fonte de luz em questão produza o espectro contínuo de todas as cores visíveis;
- que as relativas proporções de ondas curtas e longas na radiação luminosa desta fonte mudem gradualmente, com a elevação da temperatura (BAER, 1999).

A cor da luz é medida em graus Kelvin (°K). Quando um objeto, como um pedaço de metal, é aquecido a temperaturas crescentes, emite luzes diferentes que percorrem desde o vermelho, laranja, amarelo e branco, e emitiria eventualmente a luz azul se nenhuma reação química ou física ocorresse. A cor da luz incandescente emitida deste objeto pode ser descrita então por sua temperatura. Uma luz de vela tem uma temperatura de cor ao redor de 2000 K. O azul celeste está entre 12000 e 18000 K. A luz do dia está ao redor de 5.000 K e um céu nublado é aproximadamente de 6250 K.

A luz branca contém uma mistura de todas as cores no espectro. A temperatura da luz, em Kelvin, descreve o quão avermelhado ou azulado é uma fonte de luz (SENAI, s/d). Em síntese, “Temperatura de cor de uma fonte de luz é a temperatura absoluta, expressando em graus Kelvin (°K) a qual, a luz por um corpo negro tem a mesma composição espectral que a fonte de luz em questão” (BAER, 1999). Os quadros 04 e 05 apresentam relações entre fontes de iluminação e temperatura de cor.

QUADRO COMPARATIVO	
Fonte de Iluminação	Temperatura de Cor °K
Luz de vela	1.500 – 1.850
Luz do Sol (no nascente)	1.000 – 2.000
Lâmpada de Tungstênio (à vácuo)	2.400 – 2.800
Luz do Sol (30 min. após nascente)	2.000 – 2.500
Lâmpada de Tungstênio (cheia de gás)	2.750 – 3.200
Luz do Sol (40 min. após nascente)	2.750 – 3.200
Lâmpada de flash (branca)	3.700 – 4.000
Luz do Sol: Meio-Dia	aprox. 5.400
Luz do arco voltaico (carvão)	4.500 – 8.000
Luz do Sol (+ ou – 15h)	4.000 – 4.500
Luz do Dia	
Dia claro; sol forte + luz do céu	4.500 – 6.000
Luz a partir do céu azul	8.000 – 10.000
Luz a partir do céu encoberto	6.000 – 7.000
Lâmpada de flash (azul)	4.500 – 6.500
Lâmpadas Fluorescentes*	6.500 – 7.000
* As que são comercializadas como “Luz do Dia”	
• Temperatura de cor ideal para análise de transparências e impressos: 5.000 °K	
Para obtenção de aproximadamente 5.000 °K mistura de lâmpadas em iguais quantidades:	
PHILIPS TL 20 W/54RS – Luz do Dia C (GH)	
PHILIPS TL 20 W/37RS – Branca Natural C (HC)	
Exemplo: 2 lâmpadas de cada.	

Fonte: Carramilo Neto (1997).

Quadro 4: Fontes luminosas segundo a temperatura da cor.

Luz colorida	Temperatura de cor
Vermelho	800 – 900 K
Amarelo	3.000 K
Branco	5.000 K
Azul	8.000 – 10.000 K
Azul brilhante	60.000 K

Fonte: Carramilo Neto (1997).

Quadro 5: Luzes coloridas e temperaturas de cor.

As fontes de luz podem ser agrupadas considerando a relação entre aparência e temperatura de cor. O quadro 6 apresenta a aparente cor das lâmpadas:

Temperatura de cor (TCC)	Aparência da cor
> 5.000 k	Fria (branca-azulada)
3.3000 – 5.000 K	Intermediária (branca)
< 3.000	Quente (branca-avermelhada)

Fonte: Pereira ([199-?], p.15).

Quadro 6: Temperatura de cor e aparência.

• Índice de reprodução de cor – IRC (Color Rendering Index - CRI)

A cor de uma superfície a ser percebida é influenciada pelo conteúdo de cores da fonte luminosa – este efeito é chamado de reprodução de cores (PEREIRA, [199-?]). Portanto, Índice de Reprodução de Cor (IRC) é a medida de 0 a 100 de quanto uma fonte de luz corresponde à cor da luz natural. Uma lâmpada com o IRC 100, significa que sua reprodução de cor é excelente. Quanto mais baixo for esse número mais distanciada do real estará esta cor, vista sob a lâmpada em questão.

É fundamental que as fontes de luz proporcionem uma reprodução de cores correta de acordo com os objetivos do projeto. Locais em que a acuidade visual é exigida, como museus, vitrines, gráficas, escritórios de design e similares a iluminação com bom índice de reprodução de cor é obrigatória.

As lâmpadas incandescentes apresentam IRC próximo de 100. As halógenas, que também pertencem a família das incandescentes, possuem o mesmo IRC. As dicróicas são halógenas dotadas de um refletor que reduz substancialmente o calor projetado. Seu fecho de

luz é concentrado, tornando-as ideais para iluminar obras de arte e objetos. As lâmpadas fluorescentes (chamadas também de lâmpadas de descarga) têm gás mercúrio, que ao receber descarga elétrica produzida por um reator, emitem luz. Os modelos tubulares convencionais têm IRC de 70 %. Os modelos da nova geração, compactos, apresentam IRC de até 85 %. O consumo de energia dessas lâmpadas é 80% menor que o das incandescentes.

Fonte luminosa	K	IRC
Natural		
Céu Claro	7.500-19.000	100
Céu claro + sol	5.000	100
Céu encoberto	7.000	100
Incandescente		
500 W	2.850	97
Halógena	3.000	89
Fluorescente		
Branca fria	4.350	67
Branca quente	3.100	55
Luz natural	6.600	75
Branca quente Deluxe/ revestida	3.230	77
Mercúrio		
Clara	5.900	22
Branca Deluxe	4.000	43
Vapor metálico		
Clara	5.500	5
Revestida	4.600	75
Sódio Alta pressão	2.250	25

Fonte: Fonte: Pereira ([199-?]).

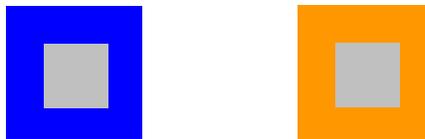
Quadro 7: Fonte luminosa - TC- IRC.

Os projetistas gráficos podem recorrer às chamadas “vitrines de visualização de cor” ou, simplesmente, “visualizadores de cor”, para avaliarem as amostras de diferentes materiais sob diferentes condições de iluminação, prevendo os resultados finais de observação.

3.4.2 Fatores que influenciam a interpretação das cores: os fenômenos cromáticos

Os chamados fenômenos cromáticos, a saber, contraste simultâneo, contraste sucessivo, constância de cor, adaptação cromática, as cores subjetivas e a memória da cor podem influir no processo de percepção e discriminação cromática.

Os efeitos gerados pelo **contraste simultâneo** de cor mostram que uma cor muda quando outra cor está presente. Por exemplo: na figura 21, um cinza parece ligeiramente azul em um fundo laranja. Deve-se lembrar do processo oponente da percepção: o olho busca as complementares.



Fonte: A autora (2004).

Figura 21: Contraste simultâneo.

O fenômeno do **contraste sucessivo** das cores inclui todos os fenômenos que são observados quando os olhos foram saturados pela cor de um ou mais objetos durante um certo tempo e quando se desloca o olhar, percebem-se imagens com a cor complementar (PEDROSA, 1982).

A **constância de cor** mostra que tendemos a ver o matiz de um objeto permanecer igual, apesar das mudanças no comprimento de onda da luz que está iluminando-o. Por exemplo, de dia os objetos são vistos sob luz natural e, à noite, sob luz artificial, mas associamos as mesmas cores aos objetos com ambos tipos de iluminação (EDWIN LAND, 1977 apud FOLEY; MATLIN, 1996). A teoria retiniana de Land busca explicar a **constância da cor** baseando-se, principalmente, no padrão de refletância do estímulo. Em suma, o sistema visual determina a parte mais brilhante do estímulo e logo tenta determinar se essa parte poderia ser “branca”.

O fenômeno da **adaptação cromática** foi sugerido em 1905, por Von Kries. Ele mostrou que a iluminação ocasiona mudanças adaptativas em nossos fotorreceptores, que então influem sobre nossa percepção da luz refletida (FOLEY; MATLIN, 1996). Esta teoria tem algo de intuitivo, já que a iluminação que cai sobre os objetos também chega aos nossos olhos, afetando-os proporcionalmente aos comprimentos de onda presentes na fonte luminosa.

A iluminação proporcionaria a nosso sistema visual uma “referência” contra a qual se interpretaria a luz refletida que provém do exterior.

Em um experimento, Uchikawa e Boynton (apud FOLEY; MATLIN, 1996) exemplificaram a importância da **adaptação** à fonte de iluminação. Simplesmente construíram um escaninho de observação onde o sujeito sentava-se separado dos estímulos de cor que devia julgar e olhava através de um orifício o quarto que os continha. Com isso, o estímulo podia ser iluminado mediante uma fonte de luz escondida e diferente da que cai sobre o observador. Assim, o observador poderia adaptar-se a uma luz vermelha enquanto os estímulos de cor eram apresentados sob uma luz branca, ou as condições de iluminação poderiam inverter-se⁴⁸.



Fonte: Foley e Matlin (1996).

Figura 22: Disco de Benham.

Ao contrário dos fenômenos citados anteriormente, que envolveram estímulos cromáticos, o fenômeno das **cores subjetivas** demonstra que impressões de cor podem ser produzidas por estímulos em branco e preto. O conhecido disco de Benhamn, figura 22, (inventado por Benham no século XIX) mostra como figuras acromáticas podem produzir cores subjetivas. Quando o disco roda a uma frequência de umas 10 revoluções por segundo, cores não saturadas aparecem ao longo das linhas curvas. Fineman (apud FOLEY; MATLIN, 1996), ao tirar uma fotografia colorida do disco de Benham em movimento, observou que tal fotografia aparecia cinza. A percepção da cor reside no observador, e não no estímulo.

⁴⁸ Os dados mostram efeitos marcantes quando as condições de iluminação para os observadores e para os estímulos (objetos observados) eram diferentes. Por exemplo, era mais viável que os observadores dissessem que um estímulo era vermelho, laranja ou rosa quando se encontravam sob luz branca e os estímulos com luz vermelha. Quando os observadores eram banhados com luz vermelha e os estímulos com luz branca, era mais comum que pensassem em verde ou azul ao julgar a cor do estímulo.

Estudos revelam que brilhos em branco e preto de certas intensidades e durações podem ser um sinal para cores em particular⁴⁹.

Outro fenômeno cromático que influencia na percepção da cor denomina-se **desvio de Purkinje**. O desvio de Purkinje⁵⁰ tem a ver com a luminosidade dos diversos matizes. De acordo com Purkinje, nossa sensibilidade aos diversos comprimentos de onda muda conforme as condições fotópicas (cones) a escotópicas (bastonetes). O sistema visual humano percebe como mais brilhantes os matizes de baixo comprimento de onda (azuis, por exemplo) visualizados em condições de pouca iluminação. Ou seja, temos mais sensibilidade para perceber os comprimentos de onda próximos do azul em condições escotópicas e os matizes de alto comprimento de onda são melhor percebidos em condições fotópicas. Na penumbra, uma superfície azul parecerá mais brilhante que outra vermelha.

A **memória da cor** revela como as nossas expectativas a respeito das cores habituais dos objetos influem na percepção da cor do objeto real ou imagem. Este fenômeno pode ser atribuído a nossas expectativas e processos cognitivos. Pela memória da cor, a cor usual de um objeto geralmente influi em nossa percepção de cor real deste objeto. Nossos conhecimentos e expectativas podem moldar nossas percepções.

3.5 Cor, cognição e cultura

Fatores culturais e psicológicos influem na seleção de cores. Foley e Matlin (1986) relatam que o processo de identificação e categorização de cores é algo complexo. Nem todos os membros de uma categoria de cor são tratados de uma mesma maneira, sobretudo aqueles que se encontram no limite de categorizações como, por exemplo, azuis e verdes. Embora tais cores sejam categorizadas tecnicamente a partir do comprimento de onda – azul abaixo de 480 nm e verde acima de 497 nm – os observadores confundem-se quando solicitados a avaliar comprimentos de onda de 491 nm por exemplo (FOLEY; MATLIN, 1986). Por estar no campo intermediário de dois matizes, a metade dos observadores o interpretam como azul e outra metade como verde. Em outros estudos, esse mesmo autor conclui que algumas cores são identificadas e categorizadas mais rapidamente e conseqüentemente recordadas com

⁴⁹ Exemplos de **cores subjetivas** foram explorados pela Pop Art e Op Art, movimentos artísticos desenvolvidos na década de sessenta, sobretudo nos EUA e Europa. Eles pretendiam criar uma arte estritamente óptica, assim enfatizavam as experiências perceptivas. Muitas obras desse período contêm linhas pretas finas em desenhos geométricos sobre um fundo branco, e tendem a vibrar e produzir visões de cores em tom pastel.

⁵⁰ Johann Purkinje, físico tchecoslovaco, foi o primeiro a descrever este fenômeno, em 1825.

maior facilidade; são elas: azul, amarelo, verde e vermelho. Essas quatro cores tem uma especial importância para nossos processos sensoriais e psicológicos.

Bruner, citado por Luria (1990), notou que toda a percepção é um processo ativo, inerentemente complexo de classificar informações novas em categorias conhecidas, sendo um evento intimamente ligado às funções de abstração e generalização da linguagem. Assim, se reconhecemos que a percepção é uma atividade cognitiva complexa que emprega dispositivos auxiliares e envolve uma participação íntima da linguagem, deve-se alterar as noções clássicas de percepção como um processo não mediado, dependente somente de leis científicas relativamente simples.

Portanto, estruturalmente, a percepção depende de práticas humanas historicamente estabelecidas que podem não só alterar os sistemas de codificação usados no processamento da informação, mas também influenciar a decisão de situar os objetos percebidos em categorias apropriadas. Para Luria (1990), pode-se tratar o processo perceptivo como similar ao pensamento gráfico: ele possui aspectos que mudam com o desenvolvimento histórico.

Um enfoque histórico exige que se observe os códigos historicamente estabelecidos na percepção de objetos e de propriedades relativamente simples, questionando-se se as leis da cor e da forma permaneceram imutáveis ao longo dos séculos (LURIA, 1990). Sem dúvida essas leis possuem uma natureza historicamente limitada. As categorias familiares da percepção de cores (vermelho, amarelo, verde e azul) ou da percepção das formas (quadrados, triângulos, círculos etc.) expressam regras perceptuais típicas daqueles seres humanos, cuja consciência tem sido formada sob a influência de categorias estabelecidas durante um período particular de tempo, sob influência de conceitos aprendidos em situação de ensino.

3.5.1 O legado histórico

Segundo Pastoreau (1997), parece existir na história ocidental da cor três fases de mutações essenciais. Primeiramente, a Idade Média Feudal (séculos X-XII), que vê desaparecer a antiquíssima organização ternária, que remonta à proto-história e está construída à volta de apenas três pólos: preto, branco e vermelho. A isto sucede-se uma nova ordem das cores, articulada à volta de combinações novas, no seio das quais seis cores

passam a desempenhar um papel preponderante: o branco, o preto, o vermelho, o azul, o verde e o amarelo.

Depois do fim da Idade média, no início dos tempos modernos, em poucas décadas (entre 1450 – 1550), por causa da divulgação da imprensa, da imagem gravada, e também por causa da reforma protestante, o preto e o branco saem da ordem das cores. Preparava-se, deste modo, o terreno para as experiências de Newton e para a valorização do espectro solar, desconhecido das sociedades antigas e Medievais.

No começo da Revolução Industrial (1750-1850), quando pela primeira vez na história o homem europeu é capaz de fabricar, tanto no domínio da tinturaria, como no da pintura, uma nuance de cor previamente escolhida, mais do que um mero processo técnico, trata-se de uma alteração cultural de grande alcance.

Não há nada de universal na cor, nem na sua natureza, nem na sua percepção. Por isso mesmo, não acredito de todo na possibilidade de um discurso científico unívoco sobre a cor, unicamente fundado nas leis da física, da química e da matemática. Para mim a cor que não é vista, é uma cor que não existe. O único discurso possível sobre cor é de natureza antropológica (PASTOREAU, 1997, p.15).

De forma mais pontual que Pastoreau (1997), Gage (1993) destaca a importância da contribuição da antiguidade clássica para a história das cores. Segundo Gage (1993), os pintores antigos trabalhavam com uma paleta extremamente limitada. Apeles, Accaio, Melantio e Nicómaco só utilizavam quatro cores – o branco, o amarelo, o vermelho e o preto. Essas quatro cores básicas estariam relacionadas com as doutrinas hipocráticas dos quatro humores que distinguem aspectos do rosto humano: o sangue (vermelho), a fleuma (branca), a biliar (amarela) e a bilis (preta). Estes, perfeitamente combinados, proporcionam o perfeito equilíbrio do organismo. Um dos argumentos mais persistentes a favor da teoria das quatro cores é que este reduzido número de pigmentos cromáticos básicos poderia ser aumentado através de mesclas. No século XVII, um erudito calculou que com estas quatro cores poder-se-ia conseguir cerca de 800 variações. Contudo, os gregos não utilizavam as mesclas intercromáticas e sim efeitos clareadores e escurecedores na cor.

O filósofo Empédocles (492 – 432 aC) também postulava que toda a natureza consistia de quatro elementos: ar, terra, fogo e água. Ele afirmava que esses quatro elementos, combinados em proporções variadas, formavam tudo o que existia, inclusive as cores. Para ele existiam quatro cores primárias: vermelho (ar), verde amarelado (terra), branco (fogo) e preto (água) (WHITE; GOLDING, 1997).

Em todos os escritos antigos a cor ocupa uma posição ambígua: por um lado serve de base para o meramente decorativo, o falso; mas, por outro, é o que proporciona à pintura

vida e credibilidade. Para os filósofos gregos o objetivo da arte era imitar a natureza e a cor poderia fomentar ou entorpecer tal objetivo (GAGE, 1993). No século XV, quando Alberti relaciona as cores aos quatro elementos, a tradição grega ainda não havia sido revista. Para Alberti, vermelho representava o fogo; azul, o ar; verde, a água; e o cinza, a terra. Posteriormente, Leonardo da Vinci, a partir das idéias de Alberti, identificou o amarelo como terra e reabilitou o branco e o preto como cor.

A origem histórica da idéia de cores primárias também é complexa e, no contexto da pintura, está claro que a própria evolução esteve presa a uma forte resistência dos pintores a usarem mesclas. Em 1664, o químico irlandês Robert Boyle resumiu em sua obra o conjunto de cores primárias:

existem umas quatro cores simples ou primárias (se me permite dizê-lo assim), que em diferentes composições dão como resultado todas as demais [...] para mostrar a variedade de cores necessita empregar mais que o branco, o preto, o vermelho, o amarelo e o azul.; estas cinco cores em distintas composições e decomposições são suficientes para mostrar uma variedade e um número de cores dificilmente imagináveis [...] (BOYLE apud GAGE, 1993, p. 36).

Em 1839, o químico francês M. E. Chevreul (*De la loi du contraste simultané des couleurs*) afirmava sumariamente em sua obra que os antigos haviam utilizado uma palheta com cinco cores primárias, a tríade vermelho, amarelo e azul, mais branco e preto, e que as mesclas produziam-se espontaneamente (opticamente) mediante o efeito dos contrastes simultâneos.

Estudos precisos nessa área são difíceis, pois muitos documentos descrevem o material colorante e não o nome da cor propriamente. Um exemplo está ligado ao vocabulário heráldico, em que a cor estava relacionada ao valor material; dos metais mais preciosos aos pigmentos mais caros, como o lápis lazuli (azul ultramar).

3.5.2 Cor e linguagem

O processo de identificação e categorização das cores está intimamente ligado à linguagem. Nomear uma cor implica a articulação de todo um repertório em termos de experiência cromática e vocabulário.

A preocupação de muitos estudiosos da linguagem das cores têm sido responder à seguinte questão: Se o olho é capaz de distinguir milhões de matizes cromáticos, por que a maior parte das culturas e a história escrita apresentam um léxico reduzido de termos que

oscila entre oito ou onze palavras básicas para identificar cores? Para Luria (1990) o olho humano pode distinguir até dois ou três milhões de matizes diferentes, mas possui somente vinte e cinco termos para nomeá-los. Uma pessoa que percebe determinado matiz isola seus aspectos primários e o classifica em uma categoria de cor mais ampla⁵¹.

O conceito de termos básicos para cores é uma idéia relativamente moderna. Berlin e Kay publicaram em 1969 a obra *Basic Color Terms*, originando a maior parte das reflexões posteriores (GAGE, 1993). Os autores analisaram cerca de 98 idiomas e propuseram um modelo articulado em onze níveis, capaz de explicar a evolução dos léxicos cromáticos:

Nível um – incluía o branco e o preto;

Nível dois – branco, preto e vermelho;

Nível três – branco, preto, vermelho, verde ou amarelo;

Nível quatro – branco, preto, vermelho, amarelo ou verde;

Nível cinco – branco, preto, vermelho, verde, amarelo e azul;

Nível seis – branco, preto, vermelho, verde, amarelo e marrom;

Nível sete – o púrpura, o rosa, o laranja, o cinza... até completar os 11 níveis.

O referido estudo recebeu críticas por parte dos lingüistas e etnógrafos. Eles alertam que as culturas de nível I e II distinguem cores claras e escuras, quentes e frias ou úmidas e secas. Outro aspecto refere-se ao método, que utilizou cores correspondentes ao sistema de Munsell (GAGE, 1993).

Gage (1993) destaca que a identidade cromática que revela a linguagem deve relacionar-se com a mais ampla experiência cromática que existe dentro de uma cultura, experiência que difere bastante, segundo os diferentes grupos interessados em cor. As crianças podem constituir um grupo, cujo desenvolvimento do léxico pode coincidir com o proposto por Berlin e Kay, mas as mulheres, como grupo, não correspondem a esse esquema devido ao seu amplo manejo com a cor. Pode-se estabelecer outras conexões com grupos de profissionais segundo seu grau de interesse por cores.

Parece claro que muitas pessoas que não estão relacionadas profissionalmente com a terminologia da cor possuem um vocabulário reduzido, e este atua poderosamente na

⁵¹ Observam-se diferentes referências relativas à quantidade de cores que o olho humano pode perceber. Para Carramilo Neto (1997, p. 59) a vista humana pode diferenciar cerca de 10.000 tonalidades e uma centena de grises. Já para Ungerer & Schmid (1996), o ser humano pode distinguir aproximadamente 7.500 tons. Segundo o hiperfóton PANTONE, pessoas com visão normal para cores podem perceber milhões de diferentes cores do espectro visível.

própria percepção. A percepção cromática e a linguagem relacionam-se intimamente; o léxico que se dispõe desempenha um papel fundamental na criação de qualquer linguagem de símbolos cromáticos, visto que a ação de simbolizar é, sobretudo, uma função da linguagem (GAGE, 1993).

• As contribuições da lingüística cognitiva

A lingüística cognitiva tem estudado a complexidade presente no processo de identificação e nomeação de objetos, situações e fenômenos, com vistas a compreender o significado das palavras e situações. Quem pode realmente identificar o ponto onde um chuvisco vira chuva e chuva transforma-se em neve, ou onde a névoa e o nublado terminam?

Ungerer e Schmid (1996) alertam que estes limites nem sempre são claros e que algumas propriedades físicas, que não podem ser tocadas (como duração, cheiro, altura, brisa e cores), são compostas por escalas muito amplas, definidas por dois extremos.

Uma escala de cores não cria uma divisão natural e clara como se comparássemos livros, carros e montanhas. Portanto, na ótica da lingüística cognitiva a classificação de cores só pode ser concebida como processo mental e não como propriedade física. Esse processo mental que estuda a natureza complexa do que vemos e como o classificamos é chamado de categorização. Seus produtos são categorias cognitivas, por exemplo, azul, vermelho e amarelo (UNGERER ; SCHMID, 1996).

Luria (1990) analisou o processo de nomeação e classificação de cores e figuras geométricas em povos do Uzbequistão, região montanhosa da extinta União Soviética, nos anos de 1931 e 1932. Foram apresentados aos sujeitos⁵² pequenos novelos de lã (ou seda) de diferentes cores (quadro 8) para serem nomeados. Os ativistas das fazendas coletivas e as estudantes responderam como as crianças em idade escolar de Moscou. Eles freqüentemente designavam cores através dos nomes categoriais (azul, vermelho, amarelo...), mas, algumas vezes demonstravam dificuldades na nomeação das cores de n.16, 18, 19, 23, 24 e 26. Já os trabalhadores das fazendas diziam: “um trator é uma máquina, um trator também é uma máquina, o mesmo ocorre com as cores. Os homens que não conhecem cores as chamam todas de azul”. As mulheres deram nomes de cores mais ricos e mais diversificados que os

⁵² Nesse experimento foram envolvidos diferentes grupos populacionais com qualificações educacionais e experiência diversificadas: mulheres analfabetas, homens camponeses (analfabetos), ativistas de fazendas coletivas, mulheres semi-alfabetizadas e alfabetizadas.

trabalhadores das fazendas e os estudantes. Nomes de objetos (como cor-de-romã, pistache etc.) foram empregados por 16% dos sujeitos.

1. rosa brilhante	8. amarelo esverdeado	15. nuanças de azul	22. marrom
2. vermelho	9. palha	16. nuanças de azul	23. rosa claro
3. vermelho vinho	10. nuanças de verde	17. nuanças de azul	24. rosa escuro
4. amarelo escuro	11. nuanças de verde	18. azul celeste	25. rosa saturado
5. amarelo claro	12. nuanças de verde	19. azul celeste claro	26. cinza
6. amarelo esbranquiçado	13. nuanças de verde	20. violeta	27. castanho
7. amarelo limão	14. preto	21. laranja	

Fonte: Luria (1990, p. 42).

Quadro 8: cores apresentadas aos sujeitos da pesquisa.

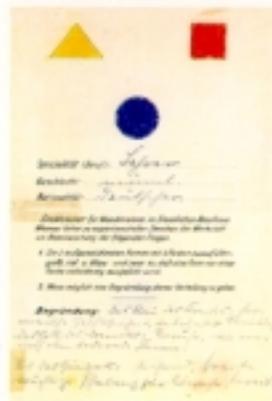
Num segundo momento, a pesquisa solicitava que as pessoas agrupassem as cores. Sujeitos com nível de desenvolvimento cultural relativamente alto, jovens com algum tipo de educação formal, não tiveram dificuldades para separar cores em vários grupos. Contudo, as mulheres apresentavam um sistema totalmente diferente. A tarefa de dividir cores em grupos criava uma completa confusão gerando respostas do tipo: “isto não pode ser feito, nenhuma delas é a mesma cor, não podemos colocá-las juntas” (LURIA, 1990, p. 45). Muitas se recusaram a executar os agrupamentos. Foi observado que as mulheres analfabetas, altamente familiarizadas com o bordado, utilizavam nomes gráficos e de objetos para as cores, ao invés de nomes categoriais. Portanto, seu processo de agrupamento e classificação fugia totalmente dos padrões categoriais explicitados na literatura sobre psicologia da percepção. Uma operação com cores de tal natureza desaparece entre os grupos mais desenvolvidos, visto que a nomeação categórica de cores é mais proeminente.

3.5.3 Cor e forma

Uma composição cromática, assim como toda e experiência visual, é dinâmica. As cores apresentam características de peso, distância e movimento, que combinadas a proporções e localizações de forma distintas, constroem uma informação complexa. Nesse

sentido, em situações de criação ou de análise costuma-se considerar as relações e os efeitos gerados pelos diversos elementos num determinado conjunto.

As relações entre cor e forma foram estudadas por diversos autores. Kandinsky aprofundou este tema, partindo de pesquisas realizadas no contexto da Bauhaus. Ele explorou a teoria da cor, a teoria da forma e as relações entre ambas. Para o artista a composição é “uma organização exata e regular das forças vivas, contidas nos elementos em forma de tensão”. Kandinsky evidenciava que dentre as forças que a cor possui, a que mais importava era a força de alteração na percepção da forma. As cores deveriam ser analisadas em relação às formas geométricas simples, em relação aos efeitos gerados pelas complementares em formas similares, pela relação entre formas livres e cores básicas e pela reciprocidade percebida entre formas e cores. Em 1924 ele distribuiu na Bauhaus um questionário que pedia que os alunos marcassem qual forma elementar combinava com as cores primárias. A maioria escolheu as seguintes associações: triângulo-amarelo, quadrado-vermelho e círculo-azul. A figura a seguir mostra a página do questionário apresentado por Kandinsky⁵³.



Fonte: Droste (1992).

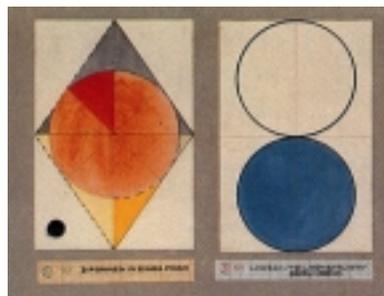
Figura 23: Questionário aplicado por Kandinsky na Bauhaus que objetivava relacionar formas básicas e cores.

Para formulação das relações forma-cor kandinsky também se valia do princípio da temperatura. Esse tipo de associação é um tópico recorrente desde Goethe e muito comum na história da teoria das cores: temperaturas formais e temperaturas cromáticas. Kandinsky

⁵³ Apesar de alguns questionamentos sobre a condução do estudo de Kandinsky, estas atribuições ainda são válidas atualmente (DROSTE,1992, p.88).

relacionou forma e cor observando os efeitos que umas exercem sobre as outras, destacando que o valor de certas cores é realçado pela ação de certas formas, abafado ou atenuado por outras. Segundo ele, as cores mais agudas têm suas características acentuadas pelas formas agudas. Já as cores apropriadas ao efeito de profundidade são intensificadas pelas formas arredondadas. O autor também considerou as relações entre cor, retas e ângulos concluindo que quanto mais agudo um ângulo, mais próximo ele está do calor agudo (amarelo), em contrapartida, o calor diminui consideravelmente à medida que nos aproximamos do ângulo reto vermelho, e inclina-se paulatinamente em direção ao frio, até que se forma o ângulo obtuso azul” (WINK, 1999).

Klee abordou as relações entre forma, cor e movimento. Segundo os princípios crescente e decrescente ele explorava o movimento das cores (por exemplo: das frias às quentes, das quentes às frias, podendo direcionar o resfriamento ou aquecimento da composição). Klee principiava sua abordagem com o estudo do tema “formas elementares” passando para “cores elementares”. Estas abordagens encorajavam o sentido de organização dos espaços e abriam a visão para as infinitas possibilidades do design: através da proporção, da rotação, de reflexões e etc. A figura 24 mostra exercícios com estas ênfases.



Fonte: Droste (1992).

Figura 24: Estudos de cor e forma propostos por klee.

A partir do estudo do movimento pendular e da observação da faixa do arco íris Klee concebeu o círculo de seis cores. No que concerne a representação das relações das cores entre si, esse disco é muito mais expressivo do que a faixa espectral do arco-íris. Ele distinguia o movimento das cores na periferia do círculo e no sentido diametral. Para Klee o movimento era importante não apenas para o processo de criação mas para o de recepção, ou

mais precisamente para o processo de percepção da imagem. Klee não submeteu as diferentes cores a uma investigação isolada, procurava enfatizar sempre a busca das relações.

Itten também afirmava que as formas geométricas e as cores do espectro eram os meios mais simples, sensíveis e fortes para representação de uma obra expressiva. Cada forma possui uma cor local. A cada forma geométrica corresponde uma cor, a saber: círculo/ azul, quadrado/ vermelho, triângulo/ amarelo (WICK, 1989). Muito de sua teoria está pautado nas leis dos contrastes.

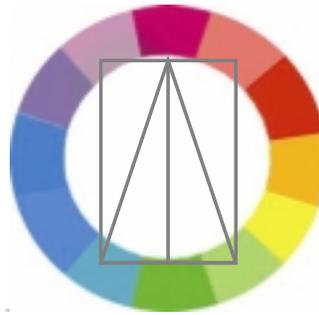
Os estudos de Kandinsky, Klee e Itten foram muito significativos para compreensão da linguagem cromática. Para a história ocidental das formas, de tradição renascentista, o desenho é o princípio construtivo por excelência. Convencionalmente, a estrutura era definida pelo desenho e as cores acrescentadas posteriormente, como um elemento subserviente⁵⁴. A expressão “desenho na cor” explorada pelo artista Henri Matisse, no contexto do Modernismo, tentou superar esta polaridade (desenho/cor). Ao buscar uma nova ordem construtiva para cor, ele constata que na cor o que vale são as relações do todo. Ele revelava sua intenção em configurar a pura “irradiação formal da cor”.

• Sistemas de contrastes e harmonias

No âmbito da aplicação da cor, algumas relações compositivas têm se perpetuado a partir das práticas, de documentos escritos, gráficos e imagens pictóricas.

As diferentes organizações colorísticas de contrastes e harmonias permitem a construção e o destaque de relações espaciais, conceitos e idéias. No campo do design gráfico, a informação cromática de uma peça pode valorizar a identificação de certas estruturas e influenciar o comportamento humano. Portanto, a cor além de uma função estética, pode atuar informativamente, funcionalmente ou simbolicamente a partir de códigos mais ou menos explícitos.

⁵⁴ O desenho ocidental, estruturador das formas é centrípeda, explora o centro e a gravidade, raramente estabelecendo uma relação com o entorno. As idéias de Itten também foram consideradas inovadoras frente ao ensino clássico ocidental que dicotomizava a criação da forma. Tradicionalmente o desenho é o elemento que circunscreve e delimita o espaço, enquanto a cor apenas preenche. Segundo esse paradigma o processo de criação plástica estava submetido a seguinte norma: “desenha-se e depois colore-se”.



Fonte: A autora (2004).

Figura 25: Disco de cores de doze partes. A estrutura central exemplifica uma dupla complementar (linha vertical), a escala complementar dividida (triângulo) e a escala complementar duplamente dividida (retângulo).

a) Contrastes

A definição mais simples de contraste é, de fato, a diferença ou o grau de diferença entre objetos com natureza semelhantes ou comparáveis. O uso do contraste traz dinamismo à uma imagem, conduzindo o olhar do observador, destacando áreas e hierarquizando informações.

Com base nos estudos de Itten (1973), mas também explorado por Golding (1997), existem tipos básicos de contraste que podemos usar para evidenciar uma imagem, a saber: contraste valor, contraste matiz, contraste saturação, contraste complementar, contraste quente/frio e contraste de espaço.

• Contraste de matiz

É o contraste existente entre quaisquer dois matizes puros no disco de cores. Neste tipo de contraste, a relação mais intensa ocorre entre as três cores primárias. Como estas cores não têm absolutamente nada em comum, as interações entre elas são particularmente fortes. Uma forma de suavizar o contraste entre as cores é modificar algumas delas criando mesclas

ou nuances⁵⁵. Novamente, isto aumenta a distância entre as cores e diminui a tensão geral do espaço.

- **Contraste de saturação**

Quando posicionamos mesclas, nuances e tonalidades de uma única cor próximos uns dos outros obtemos um contraste de saturação. O contraste de saturação provavelmente é dos mais sutis. Uma cor pode ser denominada saturada quando não estiver contaminada com preto, branco ou cinza. No momento em que qualquer destas cores neutras se infiltra em uma cor pura, esta perde a saturação.

- **Contraste complementar**

Este é o mais intenso de todos os contrastes possíveis, pois está fundado na oposição entre cores complementares. As cores complementares têm uma natureza altamente polarizada, porque são misturadas a partir de proporções exatamente opostas às cores primárias. Como consequência, sua interação é sempre forte, em muitos casos quase tão vibrantes quanto o contraste entre preto e branco. Como os contrastes complementares são tão intensos, podem ser úteis para dirigir o olhar do observador para várias partes de um layout. Contudo, deve-se observar que as complementares, em altos níveis de saturação, comprometem a legibilidade.

- **Contrastes quente/frio**

As interações entre cores quentes e frias criam contrastes poderosos. Afinal, as cores quentes e frias estão em oposição no disco de cores. Além do contraste simples de complementos, há um estranho efeito que ocorre quando cores quentes e cores frias são colocadas próximas umas das outras. Em geral, as cores frias parecem recuar, enquanto as

⁵⁵ Quando se combina um matiz puro com branco o resultado é denominado mescla. O rosa é uma mescla do vermelho com o branco. Quando se mistura o matiz puro com o preto, o resultado é denominado nuance da cor. O índigo é uma nuance do azul.

cores quentes avançam para o primeiro plano. Este fenômeno visual torna os contrastes quente e frio úteis para fazer os objetos saltarem do plano da figura e flutuarem à frente de outros objetos. Por sua própria natureza, isso torna as cores frias mais adequadas para cores de fundo que as cores quentes, já que não competem com as imagens e com o texto no primeiro plano.

Visualmente, os tons de vermelho são considerados mais quentes, enquanto os azuis mais frios. O verde obtido através da mistura do azul com o amarelo pode ser considerado quente ou frio, dependendo de como é usado. O grau de temperatura de qualquer cor é relativo; existem tons de vermelho mais frios e tons de azul mais quentes. Tudo depende da proporção de tons misturados para adquirir aquele tom particular e dos tons que o cercam.

É importante lembrar que, aqui, as concepções estéticas de temperatura (quente/fria) resultam de estados psicológicos. Como já foi abordado neste capítulo, o conceito de temperatura de cor, na física, é oposto, ou seja, as ondas curtas (azuis) produzem mais calor que as longas (vermelhas). Popularmente, sabe-se que as ondas ultravioletas são as que queimam mais a pele e que as chamadas azuis são as que produzem mais energia.

b) Harmonização cromática

Harmonia é a arte de arranjar as cores em um projeto evitando que os observadores sejam atingidos por grandes diferenças cromáticas. A presença da harmonia quase nunca é notada, mas sua ausência fica sempre imediatamente aparente. Embora não hajam regras fechadas de harmonia para se seguir estritamente, há alguns princípios gerais que se pode usar para criar escalas de cores harmoniosas.

A harmonização possui alguns princípios fundamentais (GOLDING, 1997):

- **Similaridade:** em composições, cores semelhantes funcionam bem quando juntas;
- **Familiaridade:** considera as expectativas do observador;
- **Equilíbrio:** distribuir as cores segundo seu peso aparente;
- **Ordem:** qualquer boa escala de cores deve ter uma ordem cuidadosamente planejada que governe não apenas a escolha das cores, mas a colocação destas na composição;
- **Ambigüidade:** procura-se eliminar todos os elementos de incerteza e de indefinição das composições.

A harmonia cromática, na tradição artística ocidental, expressa o equilíbrio dos elementos de escalas de tons. Assim, busca-se o equilíbrio entre uma cor dominante, uma cor tônica (que traz contraste) e uma cor intermediária (GOLDMAN, 1998; PEDROSA, 1989):

- Cor dominante: é aquela que ocupa a maior extensão no conjunto da composição;
- Cor tônica: é a coloração vibrante que, por ação de contraste complementar, dá o tom ao conjunto;
- Cor intermediária: é a coloração que forma a passagem, o meio-termo entre a cor dominante e a cor tônica.

Em certo grau, os princípios da harmonia e do contraste parecem contradizer-se diretamente. Porém, nenhum conjunto de princípios é inerentemente melhor que outro. Quando se constrói uma escala de cores deve-se selecionar e adotar alguns princípios e, invariavelmente precisaremos descartar outros. A harmonia e o contraste são faces diferentes da mesma moeda — se tiver um, sem o outro, o observador percebe que algo está faltando (GOLDING, 1997).

Como estratégias de harmonização, podemos citar:

- **Harmonia Monocromática**

É a mais simples de todas as harmonias. Como o nome sugere esta escala emprega uma única cor. O uso de diversas mesclas e nuances da cor produz a variedade. Portanto, uma escala monocromática baseada no vermelho pode incluir o vermelho puro, o vermelho tijolo (uma nuance de vermelho), o morango (uma leve mescla de vermelho) e o rosa (uma mescla extrema do vermelho).

As harmonias monocromáticas tendem a ser extremamente integradas e agradáveis, e são também adequadas para se estabelecer o estado de espírito geral — desde que se possa definir o estado de espírito com uma única cor. Às vezes a escala de cores monocromática pode ser insípida devido à falta de variação e portanto perde o interesse dos observadores.

- **Harmonia Análoga**

A harmonia análoga emprega duas ou três cores vizinhas umas às outras no disco de cores (vermelho, vermelho-violeta e magenta, por exemplo). O incrível número de combinações possíveis torna esta harmonia bem versátil. Embora seja possível expandir uma harmonia de cores análogas para incluir quatro ou até mesmo cinco cores adjacentes, se isto acontecer, a faixa de cores será tão grande que as cores nos extremos de espectro terão pouca relação umas com as outras, o que tende a diluir o efeito geral de uma escala de cores análogas. Embora harmonias de cores análogas sejam extremamente versáteis, a similaridade das cores tende a deixá-las também harmoniosas. Infelizmente, esta falta de contraste marcante geralmente significa que harmonias de cores análogas criadas de modo pobre, podem deixar de prender a atenção do observador.

- **Harmonia Complementar ou Oposta**

É formada pelo uso de cores localizadas em exata oposição no disco cromático, ou seja, as cores denominadas complementares. Estas cores têm proporções inversas das três cores primárias. As harmonias de cores complementares são extremamente atraentes e vibrantes – em muitos casos, até mesmo mais atraentes que as harmonias que empregam as três cores primárias.

- **Harmonia complementar dividida**

Esta é uma variação da escala das cores complementares. Aqui um dos complementos é quebrado nas duas cores adjacentes a ele. A partir de escala de cores complementares vermelho-ciano, por exemplo, pode-se transformar numa escala “complementar duplamente dividida” utilizando-se o vermelho em oposição ao azul claro e ao verde mar. A vantagem é que esta escala possui um maior variedade tonal.

- **Harmonia complementar duplamente dividida**

Como o nome indica, a escala de cores complementares duplamente dividida, utiliza as cores adjacentes das duas complementares. A vantagem deste tipo de escala é que ela se torna mais variada (WHITE; GOLDIN, 1997).

- **Harmonia Tripla ou Tríade**

Emprega três cores diferentes que estejam igualmente espaçadas ao longo do disco de cores. A escala mais eficiente deste tipo é a das três escalas primárias, mas pode ser constituída por três cores “secundárias” ou três “terciárias”.

Os princípios tratados anteriormente não são rígidos. São orientações disseminadas pela cultura e pela literatura, incluindo textos de cientistas, artistas e filósofos. Sua aplicação depende sempre de especificação do contexto e dos meios em que deverão ser empregados. Nesse sentido, Guimarães (2001) ressalta a importância da “cor como informação”. O autor discorre sobre a cor que colabora no processo de comunicação em diferentes mídias e como, a partir de uma multiplicidade de códigos, a composição cromática pode contribuir no sentido de organizar, dirigir e acrescentar valores à informação textual. O autor ressalta que a leitura de um conjunto visual não é sincrônica, como exemplo pode-se citar uma página de jornal, onde os títulos, o corpo da matéria e a legenda são lidos de forma diacrônica, ou seja, em planos diferentes.

No ato de informar e comunicar a cor pode atuar de forma positiva ou negativa (GUIMARÃES, 2003). Como ações negativas destacam-se a saturação, a redução, a neutralização, a maquiagem e a camuflagem. A “saturação” está ligada ao amplo acesso e popularização da cor. Guimarães (2003) faz uma diferenciação entre uso da cor saturada ou uso saturado da cor, pois a primeira nem sempre implica em exagero. Uma página inteiramente composta por cores saturadas pode não ser considerada saturada de cores, desde que as cores tenham cumprido os objetivos propostos para a comunicação. A ação negativa da “redução” refere-se a diminuição do repertório semântico das cores. Ocorre quando uma cor é utilizada repetidas vezes e sua associação a um significado se torna estereotipada. Já a ação negativa da “neutralização” é identificada quando há o mesmo tratamento cromático em informações não relacionadas, gerando interpretações equivocadas. O princípio primordial

para a atividade de comunicação visual é que informações semelhantes ou afins devem receber o mesmo tratamento gráfico e informações diferentes devem receber tratamento diferenciado.

Percebe-se a ação negativa da “omissão/sonegação” quando ocorre a ausência de cor, seja por questões técnicas ou de natureza econômica. A “dissonância” ocorre quando a aplicação de cores é contraditória ou dissonante em relação aos outros elementos da página. A “maquiagem/camuflagem” refere-se a utilização de filtros ou iluminação diferenciada, ou tratamento da edição gráfica na manipulação cromática de imagens. Estes recursos são utilizados no intuito de valorizar a imagem, mas, muitas vezes, este efeito cria uma aparência que não corresponde a realidade do objeto em foco, camuflando a informação. O “falseamento” e a “deformação” são ações negativas que induzem o leitor, intencionalmente ou não, a incorporar os valores equivocados em relação ao conjunto verbo-visual.

As ações positivas da cor são “antecipação”, discriminação, condensação e intensificação Guimarães (2003). A “antecipação” ocorre quando a cor se antecipa aos outros códigos (no caso de uma revista ou jornal são texto e imagem) e delimita um número de significantes retirados de seu repertório. A ação positiva da “discriminação/diferenciação” é possível quando, a partir da cor pode-se estabelecer diferenças, contribuir para a organização da informação, selecionar e ressaltar parte do todo, criar hierarquias tanto em leitura quanto em importância. A “condensação e a intensificação” se referem à ação da cor, capaz de concentrar em si a essência do discurso verbal e gráfico. A intensificação tende a chamar a atenção do leitor para a essência simbólica da cor e para a forma como a composição visual foi trabalhada, com a finalidade de relacionar cor e mensagem.

Para a construção de informações cromáticas, em projetos gráficos comprometidos com a qualidade da informação, Guimarães (2003) recomenda:

1. A determinação de quais cores estão associadas à natureza concreta do fato;
2. A construção da paleta de cores;
3. A obtenção de um sistema simbólico coerente, responsável de alto valor informativo e coerente com as intenções da publicação;
4. A adaptação do sistema simbólico aos recursos e limitações do meio ou dos meios em questão.

O autor também propõe um modelo para investigação da cor-informação em produtos na mídia impressa e digital. Este modelo requer:

1. Identificação das características técnicas da mídia. Avaliação de quais os recursos disponíveis, quais os utilizados e quais as limitações técnicas podem restringir a paleta de cores. Deve-se considerar o tempo de produção, que é diferente em cada mídia, e a qualidade de reprodução e cores;
2. Observação da linha editorial da publicação, a partir da avaliação de outras notícias publicadas; observar se o comportamento pressuposto é eventual e se ocorre com frequência; avaliar as ações positivas e negativas das cores;
3. Avaliação das cores utilizadas e das suas relações hierárquicas com base no sistema simbólico das cores.

3.5.4 O ensino tradicional da cor

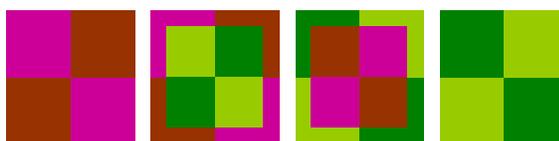
O ensino da cor tem se pautado na tradição da exposição teórica associada ao desenvolvimento de atividades práticas que objetivam ilustrar os aspectos teóricos em si. Os fundamentos físicos e fisiológicos da cor geralmente são ministrados pelo professor de forma expositiva com auxílio de imagens. Já as atividades práticas, sobretudo as que exploram composições com estratégias de contraste e harmonia, seguem a tradição do “aprender fazendo”⁵⁶. Nessas práticas utiliza-se materiais diversificados: tintas a base de água, papéis já coloridos e lápis de cor.

As propostas práticas visam a compreensão dos sistemas de classificação das cores, enfatizando a relação entre primárias e secundárias e a formação de escalas tonais. Geralmente solicita-se a realização de discos partindo de um grupo de primárias. A classificação e mesclas de cores são desenvolvidas utilizando-se tintas ou materiais similares. A confecção de escalas também é muito utilizada na exploração dos conceitos de matiz, valor e saturação. Os alunos pintam uma seqüência de fichas de mesmo tamanho e formato, em tons com passagens para o branco, para o preto e para o cinza. As escalas são reorganizadas e coladas em suporte neutro. Os conteúdos que abordam os tipos de contrastes são exemplificados com imagens diversas que valorizam as relações figura/fundo.

Muitos exercícios propostos nas aulas de teoria da cor seguem os modelos dos mestres da Bauhaus, principalmente porque estas estratégias estão publicadas na literatura da

⁵⁶ Pode-se identificar a influência direta do movimento da escola ativa de Georg Kerschensteiner, do pensamento de Maria Montessori e do “progressivismo” de John Dewey. A pedagogia da ação e a escola nova trouxeram para o ensino superior das artes e do Design o princípio do “ativismo” na educação (FONTOURA, 2001).

área. As sugestões de Albers (1996), sobre contraste simultâneo, são ainda realizadas. Alunos são estimulados a gerar composições cromáticas geométricas variando dimensão e posição. O objetivo final consiste em observar as aparentes alterações em termos de tom e valor que uma mesma cor sofre em contextos diferentes como exemplifica a figura seguir. Albers sugeria a montagem de exemplos de contraste simultâneo usando papéis coloridos, fichas já pintadas, sobreposições e justaposições de lâminas coloridas. Esse tipo de atividade também leva a discussão do conteúdo “Ilusões cromáticas”.



Fonte: A autora (2004).

Figura 26: Exemplos de contrastes e ilusões cromáticas.

Para estudo do equilíbrio e do movimento cromático realiza-se exercícios de organização com formas geométricas básicas⁵⁷. Geralmente restringe-se o número de cores a serem utilizadas. Para o estudo compositivo de análise e síntese formal e cromática os alunos representavam a estrutura compositiva de uma natureza-morta até gerar uma composição abstrata e então explorar os tons adequados (DROSTE, 1992).

A análise, decomposição e síntese de imagens e peças gráficas também são estratégias pertinentes para o desenvolvimento de conteúdos, do senso crítico e do vocabulário. Algumas propostas buscam explorar os aspectos teóricos enfatizando a cor em meios específicos. Quanto à abordagem técnica, explora-se formas e composições através do recorte, do uso de materiais pictóricos e texturas ressaltando a integração das formas pela cor.

Sem dúvida outras estratégias didáticas costumam ser agregadas ao desenvolvimento de conteúdos no contexto das disciplinas de teoria da cor. Procura-se suporte em artigos, textos da área e a ampliação da bibliografia de referência. Autores como White e Golding (1997) apresentam aspectos históricos, físicos e fisiológicos da cor e sugerem atividade que estimulem a aplicação da cor em estudos de interfaces gráficas. Golding e

⁵⁷Esse tipo de estratégia também vincula-se à tradição bauhauseana. Kandinsky propunha exercícios compositivos envolvendo formas geométricas básicas. Por exemplo: um quadrado de 30x30 deveria ser dividido em retângulos de 5 cm x 10 cm. Os alunos deveriam usar apenas 3 primárias, 3 secundárias e três neutras (preto, branco e cinza). A ordenação das peças ficaria a encargo dos alunos, desde que elas fossem dispostas vertical e horizontalmente. Os alunos também deveriam ressaltar o centro e equilibrar a parte superior e a inferior.

White partem da teoria de Itten sobre contrastes e harmonias, direcionando o estudo da cor para áreas de texto e imagem em interfaces gráficas. Weinman (1998) apresenta aspectos técnicos sobre cor, imagens digitais e WEB e posteriormente explora diferentes escalas cromáticas tendo em vista as relações de figura e fundo, caixas de texto e fundos. Os exemplos acompanham a especificação dos tons em código Hexadecimal.

Contudo, o ensino tradicional de Teoria da cor mantém como eixo principal os pressupostos da Bauhaus. Percebe-se, no contexto das atividades práticas, a influência do “aprender fazendo”. O ensino dessa natureza visa libertar as forças expressivas e criadoras do indivíduo através da prática manual e artística; desenvolver nele uma personalidade ativa, espontânea, e sem inibições; exercitando integralmente os seus sentidos e, finalmente, propiciar a aquisição e cultivo de conhecimentos não exclusivamente intelectuais, mas também emocionais.

As principais críticas a essas modalidades tradicionais de ensino refere-se a dificuldade de integração entre teoria e prática⁵⁸. O professor é o elemento centralizador do processo ensino-aprendizagem. Geralmente as aulas expositivas são complementadas por exercícios práticos que objetivam exemplificar a teoria em si. Tais práticas são realizadas fora de contextos específicos. Muitos alunos não entendem os objetivos exatos das atividades práticas, não conseguindo relacionar o conteúdo com o “fazer”. Outra questão que se coloca é a necessidade da inserção das tecnologias e o uso de outras ferramentas já presentes no fluxo de trabalho dos profissionais da área no processo de ensino-aprendizagem.

Há que se destacar a importância de algumas das atividades mencionadas. O próprio contato com os diferentes materiais e o reconhecimento que a cor é dependente destes recursos técnicos e meios. Contudo, percebe-se a ausência de espaço para a reflexão sobre a prática e a necessidade de um maior direcionamento para a formação profissional específica. Talvez o caminho aponte para a afirmação da prof^a Smith (2002) no sentido de que o ensino da cor deve mesclar estratégias tradicionais com novas abordagens de ensino-aprendizagem.

⁵⁸ Nonaka e Takuchi (1994) exploram a relação entre conhecimento tácito e conhecimento explícito no contexto das organizações. Segundo os autores, o conhecimento explícito é aquele formalizado, expresso em códigos e linguagens sistemáticas. Já o conhecimento tácito é difícil de ser articulado na linguagem formal, é um tipo de conhecimento incorporado a partir da experiência individual e envolve fatores intangíveis como, por exemplo, crenças pessoais, perspectivas e sistemas de valor. Para os autores pode-se converter o conhecimento tácito em conhecimento explícito a partir da observação, do uso de metáforas e de analogias. A metáfora é uma forma de perceber ou entender intuitivamente uma coisa imaginando outra simbolicamente. A analogia ajuda a entender o desconhecido através do conhecido e elimina a lacuna entre a imagem e o modelo lógico. Depois de criados, os conceitos explícitos podem ser modelados e socializados. A socialização tem por objetivo compartilhar o conhecimento tácito.

3.6 Síntese do capítulo

Ao longo do capítulo “Fundamentos da cor”, procurou-se destacar os principais eixos que contribuem para compreensão do fenômeno cromático. Conceitos oriundos de diferentes campos de investigação relacionam-se de forma específica com a produção, visualização e uso da cor. O fenômeno cromático é mais que um conjunto de regras físicas e metafísicas; requer um entendimento de óptica, processamento neural e cognição dos sistemas de representação e de recepção.

Inicialmente, evidenciou-se que o estímulo físico (luz) quando detectado e interpretado pelo nosso sistema visual (olho e cérebro) resulta numa cor particular. As imagens do mundo visual são projetadas na retina. A retina é composta de cones e bastonetes organizados como um mosaico. Com baixa luminosidade, os bastonetes enviam sinais para o cérebro resultando na percepção monocromática. Com o aumento de iluminação os cones respondem. Há três tipos de cones, cada um com uma propriedade espectral e espacial diferenciada. As combinações de cones formam sinais oponentes: preto-branco, vermelho-verde, azul-amarelo. Os três canais oponentes têm diferentes resoluções espaciais. A partir das respostas de combinações dos cones (ou as respostas oponentes) é possível criar combinações que não têm propriedades físicas idênticas. Muitos equipamentos simulam cor com base nos modelos físico e fisiológicos da percepção cromática.

Os parâmetros da cor (matiz, valor e saturação), assim como os principais sistemas de representação da cor também foram abordados no capítulo dois. Eles estão organizados em dois grandes grupos, a saber: os sistemas baseados em mistura de cores (RGB, CMYK) que envolvem a definição de um conjunto fixo de primárias da síntese aditiva (luz) ou subtrativa (pigmento) e os sistemas baseados em intervalos visuais (como o *Munsell System* e o *NCS*). Para o designer gráfico o conhecimento das características e aplicações de cada sistema cromático é fundamental. Eles influenciam na concepção e aplicação correta da cor em projetos gráficos direcionados aos meios impresso e digital.

No tópico “aparência da cor” destacou-se as influências da iluminação, do contexto ambiental, de fatores psicológicos e fisiológicos que afetam a percepção das cores. Alerta-se que quando o designer utilizar cartelas de cores para especificação, as condições padronizadas de observação em termos de iluminação e ambiente sejam mantidas. Se um exemplo for utilizado, deve-se certificar se as alterações na aparência da cor em função da luz são aceitáveis. Se os colorantes não forem cuidadosamente selecionados, combinações

metaméricas podem surgir. O estímulo metamérico é a base da reprodução de cores e da combinação de materiais que usam diferentes corantes.

Procurou-se destacar que o processo de nomeação e categorização de cores é complexo e dependente da linguagem. Os códigos e estratégias compositivas de uso cromático são produtos construídos historicamente. Também as práticas, a cultura material e o ensino contribuem para a disseminação dos principais parâmetros de estudo e utilização da cor.

4 METODOLOGIA UTILIZADA PARA A CONSTRUÇÃO DO MODELO

Neste capítulo apresenta-se a metodologia utilizada para a construção do núcleo de aprendizagem da cor. Descreve-se as principais etapas que envolveram a concepção, o desenvolvimento e a validação do Modelo. Posteriormente, relata-se a análise de cursos on-line existentes na área de teoria da cor.

4.1 Metodologia utilizada para concepção específica do modelo

A metodologia utilizada para a modelagem do núcleo de aprendizagem da cor foi desenvolvida em três grandes etapas, a saber:

1. Planejamento e concepção do modelo;
2. Desenvolvimento e implementação; e
3. Validação do modelo.

Cada etapa envolveu ações específicas, detalhadas a seguir:

• Etapa 1: Planejamento e concepção

Na primeira etapa concebeu-se o núcleo para aprendizagem da cor. No planejamento fez-se a identificação das necessidades, a caracterização dos usuários e a formulação dos objetivos. Buscou-se, ainda, caracterizar o ambiente em termos conceituais, pedagógicos (proposta pedagógica, níveis de interação, processo de colaboração, conteúdos, problemas e exercícios) e técnicos (arquitetura do ambiente e ferramentas disponíveis). Definidos os primeiros aspectos citados realizou-se um levantamento sobre cursos on-line existentes na área de « teoria da cor ». O relato deste estudo é apresentado na segunda parte deste capítulo.

Na metodologia proposta buscou-se valorizar a flexibilidade do modelo. A partir do eixo de problemas disponíveis no núcleo, o processo de aprendizagem poderia ser adaptado de acordo com o perfil do público alvo e de acordo com os direcionamentos da pesquisa. Assim, o modelo tem uma base relativamente fixa de conteúdos e exercícios, e uma

base dinâmica e flexível de problemas para ser resolvidos de forma colaborativa. Outra especificidade metodológica refere-se à definição do suporte conceitual e técnico que permite a colaboração gráfica no modelo.

As etapas a seguir detalham as fases envolvidas no planejamento do modelo:

- Delimitação e caracterização do público alvo. Identificação das habilidades básicas e perfil necessário para que o processo de aprendizagem ocorra de maneira satisfatória;
- Definição dos objetivos gerais e específicos do ambiente para aprendizagem da cor direcionada ao campo do design gráfico;
- Definições conceituais acerca do ambiente, considerando as estratégias didático-pedagógicas a serem adotadas. A revisão bibliográfica indicou a ABP como estratégia que pode possibilitar a integração teórico/prática. Nesta etapa foram consideradas as especificidades para direcionar a ABP à Teoria da Cor;
- Proposição de diferentes níveis de complexidade para integração entre problemas, conteúdos, exercícios e todo material de apoio;
- Seleção das ferramentas de apoio ao processo de aprendizagem no núcleo de cor;
- Pesquisa e proposta de adaptação das ferramentas de interação e colaboração textual e gráfica. Caracterização dessas ferramentas e o tipo de interação, colaboração e os recursos agregados que sejam de interesse para o ambiente. Aprofundou-se as características dessas ferramentas para tratar com a visualização e especificação de cores, cartelas, tabelas de cor, imagens e *layout*. Também aprofundou-se o estudo de viabilidade para implantação desses mecanismos, tendo em vista o custo e as formas de recepção e interação -a recepção também possui um caráter sócio-pedagógico e contribui para que os aprendizes assimilem as mensagens numa dimensão individual e coletiva);
- Foi planejada a estrutura para o apoio e acompanhamento pedagógico;
- Planejam-se, além disso, as formas de gerenciamento e avaliação do processo educacional no âmbito do núcleo de cor, enfatizando-se as formas de acompanhamento que valorizassem processo e produto (textual e gráfico).

• **Etapa 2 - Desenvolvimento e Implementação do modelo**

A segunda etapa da metodologia empregada refere-se ao desenvolvimento e implementação do modelo no núcleo virtual de aprendizagem da cor no contexto do AVA-AD. Foram desenvolvidas as seguintes ações:

- Elaboração dos problemas a partir de situações reais de aplicação da cor no campo do Design gráfico;
- Classificação dos problemas conforme a complexidade de cada situação (problemas de nível 1, 2 ou 3). Seleção do material de apoio ao desenvolvimento e resolução dos problemas (imagens, interfaces, tabelas, artigos, vídeos etc.);
- Hierarquização dos assuntos. Organização dos conteúdos, reunião de materiais complementares sobre teoria da cor;
- Elaboração do fluxograma de conteúdos;
- Elaboração dos exercícios. Os exercícios foram organizados a partir de cada conteúdo em diferentes níveis de complexidade;
- Desenvolvimento de um módulo de sondagem para definição do perfil do público dentro do ambiente.

• **Implementação**

- Planejamento da interface do ambiente.

Etapa que envolveu o desenho das telas e o planejamento das interfaces em relação ao aluno e ao professor, considerando os princípios de design, os fatores ergonômicos de consistência, simplicidade, orientação e flexibilidade de ação;

- Criação e desenvolvimento das telas do ambiente;
- Realização das animações, preparação de imagens e implementação do material de apoio didático;
- Implementação do conteúdo.

Envolve a implementação dos problemas, exercícios e conteúdos em programa específico (*software* de autoria ou programa de edição de páginas), bem como o material de apoio didático;

- Programação das ferramentas de colaboração textual e gráfica;
- Pesquisa e alimentação do banco de dados para glossário, midiateca, banco de imagens e banco de problemas;
- Elaboração de instrumento de acompanhamento das diferentes etapas de aprendizagem em que se encontra o aprendiz;
- Elaboração da versão beta do protótipo para avaliações parciais do modelo.

• Etapa 3 - Validação do modelo

Para validação do modelo do núcleo de aprendizagem da cor do AVA-AD foi realizado um curso Virtual no formato de Projeto de Extensão envolvendo alunos voluntários do curso de Design Gráfico da UFSC, os quais possuíam, como pré-requisito, a conclusão da terceira fase da graduação.

Para avaliação da aprendizagem a partir de ABP foram considerados os relatórios parciais e finais enviados pelos grupos ao professor. Portanto, considerou-se processo e produto numa perspectiva qualitativa de avaliação. O ritmo no desenvolvimento das atividades, o nível de interação entre os aprendizes e entre estes e o professor foi acompanhado e registrado pelas participações on-line. Os exercícios foram avaliados ao longo do curso.

Para a avaliação geral sobre o processo de aprendizagem no ambiente AVA-AD, utilizou-se um instrumento sob a forma de ficha e a própria base de dados do ambiente para levantamento do número de acessos e participações.

A partir desses dados, foram indicados aspectos positivos do modelo e aspectos a serem aperfeiçoados.

4.2 Cursos on-line para a aprendizagem da cor: análise de exemplos

A análise de modelos consolidados pode indicar caminhos para estudo e implantação de ambientes de aprendizagem a distância (RODRIGUES, 1998). Portanto, num primeiro momento foram consultados sites de grandes universidades que desenvolvem programas de educação a distância em âmbito internacional. Buscou-se

também consultar ambientes de cursos oferecidos por instituições que mantêm programas presenciais na área de Design Gráfico, e ainda, sites de universidades virtuais brasileiras. Também foram considerados os chamados cursos “independentes” ou “livres”. Programas que, embora fora do contexto institucional universitário, oferecessem cursos estruturados na área de design gráfico. É importante salientar que muitos cursos se intitulam “universidades virtuais”, mas, na verdade, são mantidos por empresas sem nenhum vínculo acadêmico.

Após um levantamento preliminar de dados, escolheu-se alguns cursos para uma análise detalhada. Foram considerados aspectos referentes à estrutura do curso, ao encaminhamento pedagógico, aos valores, à duração do curso, pré-requisitos, público alvo, certificação, suporte tecnológico disponível, corpo docente, conteúdos abordados, nível de interação, atividades propostas, tutoria e sistema de avaliação.

4.2.1 Disciplinas de “Teoria da cor” vinculadas a cursos superiores de Design Gráfico

- *Art Institute of Pittsburgh*⁵⁹

O Instituto de Arte on-line é uma divisão do *Art Institute of Pittsburgh*. Estabelecido em 1921, oferece muitos cursos com ênfase tecnológica, na preparação para a indústria e também currículos clássicos. Apresenta Bacharelado em Design Gráfico e cursos de “Design Digital”, “Web Design”, “Multimedia & Web Design” com diploma fornecido pela *Associate of Science Degree*. O curso de Bacharelado é autorizado pelo Departamento de Educação do Estado da Pennsylvania. Os cursos são oferecidos em seis semanas consecutivas, em formato intensivo.

⁵⁹ Disponível em: <<http://aionline.edu/>>. Acesso em: 15 set. 2003. Revisado em: 11 out. 2003.



Fonte: The Art Institute Online (2003).

Figura 27: Interface do *AI on line*.

O instituto estimula que os estudantes cursem apenas duas disciplinas a cada seis semanas. Os trabalhos podem ser desenvolvidos durante as 24 horas por dia. No *AI on-line* as classes são assíncronas (independentes de tempo e lugar) e interativas. Os estudantes não podem apenas se engajar na leitura de materiais e realização de tarefas, mas também devem participar com outros, como em grupos de discussão. Estas participações em discussões podem acontecer de 5 a 7 dias por semana. Os alunos recebem uma agenda com datas, assuntos, questões e leituras segmentadas. Para o *AI on line* somente assinar a lista não consiste numa discussão ativa. Segundo o site, as classes são centradas no aprendiz: estudantes desenvolvem capacidades e talentos usando o maior número de informações, incluindo leituras, experiência de vida, projetos e grupos de discussão. O facilitador auxilia no processo quando o estudante precisa, interferindo com sua experiência na indústria, e direcionando para um processo de aprendizagem único para cada estudante.

O curso de Design Gráfico está estruturado de forma semelhante aos currículos de cursos tradicionais da área. Mantém disciplinas obrigatórias nas áreas de Desenho, Teoria da cor, Fundamentos do design, Composição e Linguagem, Perspectiva, Conceito e Desenvolvimento (metodologia), Indicação Visual, Pintura, História da Arte, Tipografia, Manipulação de Imagem Digital, Arte Moderna e Contemporânea, Design Eletrônico, História e Análise do Design, Ilustração Digital, Design dimensional, Introdução à Psicologia, Design de Advertência, Identidade Corporativa, Design e Tecnologia, Fundamentos da WEB, Desenvolvimento profissional, Introdução à Sociologia, Processos de produção, Portfólio. As disciplinas eletivas são: Composição e linguagem II, História dos EUA I e II, Literatura americana, Introdução a política Americana, Civilização do oeste I e II, Literatura mundial.

Estão disponíveis no site os planos de ensino de todas as disciplinas (descrição, objetivos, pré-requisitos, materiais, estimativa de tempo etc. O site também disponibiliza uma aula demonstrativa para que os interessados percebam o tipo de atividade proposta pelo curso.

4.2.2 Cursos de Pós-Graduação a distância (on-line) na área de teoria da cor

O *Munsell Color Science Laboratory* (MCSL) do RIT (*Rochester Institute of Technology*)⁶⁰ oferece há mais de duas décadas cursos de especialização em colorimetria, imagem e cor. No verão de 2002 o MCSL ofereceu os seguintes cursos: *Principles of Color Technology*, *Instrumental-Based Color Matching*, *Device Profiles for Color Management*, *Color Appearance Models*, *Vision & Psychophysics*, *Optimization Techniques for Color Reproduction*, *Halftone Theory and Practice*. Estas disciplinas também poderiam ser aproveitadas como disciplinas de Mestrado.



Fonte: RIT Online (2002)

Figura 28: Interface do programa de aprendizagem a distância do RIT.

⁶⁰ Disponível em: <<http://www.cis.rit.edu/education/short.shtml>>. Acesso em: 06 set. 2001. Revisado em: 11 out. 2003.

O programa de aprendizagem on-line do *Rochester Institut of Technology* (RIT) oferece uma ampla seleção de cursos. Todos são reconhecidos pela *Middle States Association of Colleges and Schools*. Com mais de 20 anos de experiência em educação a distância, o RIT oferece uma das maiores estruturas para aprendizagem on-line estabelecidas nos Estados Unidos. Cada aluno elege um conselheiro departamental, para orientá-lo na estruturação dos objetivos profissionais. Este conselheiro acompanha constantemente o aluno, revisando seu progresso de modo que satisfaça as exigências do programa. O on-line do RIT oferece cinco cursos de graduação e dezesseis certificados de especialização. Estes programas on-line têm os mesmos objetivos de aprendizagem dos programas presenciais. Para a conclusão dos cursos de graduação o aluno deve completar 48 créditos e manter uma avaliação média cumulativa “B”. Deve também completar o projeto de pesquisa.

O Centro para Ciência da Imagem do RIT também oferece curso de mestrado em “Ciência da imagem” para estudantes a distância. Este programa é semelhante ao mestrado presencial. O curso foi projetado de forma que estudantes possam completar o grau em três ou quatro anos, realizando uma ou duas disciplinas a cada trimestre. Para o programa de Mestrado os estudantes escolhem um “caminho” de especialização. O programa a distância oferece três ênfases: Cor e Imagem digital, Processamento de Imagem e Sensoriamento Remoto. O site disponibiliza FAQ para esclarecimento das principais dúvidas dos interessados. Os cursos estão apresentados de forma geral, não havendo detalhamento sobre a abordagem pedagógica e os instrumentos de interação. As disciplinas de cor são abordadas a partir de um enfoque tecnológico e estão distribuídas no corpo do currículo.

- **Mestrado em ciência e artes da publicação gráfica (RIT)**

A justificativa deste curso ressalta que a indústria gráfica é a sétima no país e produz mais de \$200 bilhões em produtos anuais. Lembra que a indústria está sofrendo mudanças tecnológicas volumosas e está aumentando sua produção em aproximadamente dez bilhões de dólares a cada ano. Assim, há continuamente falta de empregados qualificados na área de processos de fabricação e em processos de decisão. Este Mestrado objetiva educar indivíduos para produção e administração desta indústria multifacetada. O programa considera o inter-relacionamento entre tecnologia, produção e administração e está aberto a estudantes das mais variadas formações universitárias.

Os mesmos professores que ensinam nos cursos presenciais também ensinam nos cursos on-line. No formato on-line um estudante ocupará regularmente duas disciplinas a cada trimestre e assistirá um curso de verão de uma semana no campus, depois de completar os primeiros cinco cursos exigidos. O estudante deve buscar completar este Mestrado em dois anos. O Mestrado em “Ciência e Artes da Publicação Gráfica” requer 48 créditos. O Programa é formado por seis disciplinas, cinco das seis disciplinas técnicas serão on-line. Algumas disciplinas serão ministradas como cursos de verão na sede do RIT. Portanto, é exigido que os estudantes assistam uma disciplina prática de uma semana. Esta disciplina busca familiarizar os estudantes com *software* e *hardware* que compõem o fluxo de trabalho no processamento de imagem atual e operações de impressão.

- **Mestrado em Tecnologia de impressão (RIT)**

O programa de Tecnologia de Impressão proporciona uma compreensão detalhada dos processos de impressão técnica e conceitos de imagem. Este programa promove uma ampla visão do campo de impressão, mas permite especialização em uma área técnica particular. Pretende desenvolver habilidades de pesquisa práticas, úteis para a indústria de comunicações gráficas. A indústria da comunicação gráfica é grande e extremamente variada, e continua sendo dirigida através de mudanças em tecnologia. Diplomados do programa de tecnologia de impressão podem trabalhar como profissionais em administração de produção, comercialização, vendas técnicas, pesquisa e desenvolvimento. As seguintes disciplinas são obrigatórias: Métodos de pesquisa, Impressão, Tecnologia de publicação, Teoria de reprodução, Gráfica, Estatística, Aplicações de tipos digitais, Tom & Análise de Cor, Cor & Substratos, Processamento de Documentos, Idiomas. Também existem as disciplinas eletivas e o projeto de tese.

- **Sistemas de Artes Gráficas**

O programa em Sistemas de Artes Gráficas enfatiza o conhecimento administrativo e técnico necessário para que o profissional tenha êxito no século XXI. O programa destaca que os diplomados de hoje devem possuir habilidades e conhecimento em controle financeiro, sistemas de distribuição de custo e comercialização, estimando estratégias

e planejamento de alcance limitado. Devem possuir uma formação técnica sólida, mas também devem estar prontos para assumir responsabilidades. O curso do RIT visa formar profissionais que possam atuar em grandes companhias ou firmas multinacionais. Três disciplinas eletivas e um projeto de pesquisa permitem focar e desenvolver conhecimento em uma área de interesse individual. Desde que o projeto seja integrado ao curso, a maioria dos estudantes do programa de Sistemas de Artes Gráficas pode completar as exigências de grau dentro de um ano acadêmico. No site estão exemplificados alguns títulos de tese já desenvolvidos, a saber: “Uma investigação na implementação e integração na impressão em grandes formatos”, “O Impacto de Mídia Eletrônica na Indústria”, “Uma Investigação da Influência de ISO 9000 na Indústria de Impressão”, “Uma Investigação em Educação de Produção de Impressão e Certificação para Desenhistas Gráficos”.

4.2.3 Cursos livres de design gráfico que abordam disciplinas de “teoria da cor” Sessions⁶¹

O ambiente “Sessions” apresenta cursos de: Design gráfico, Web Design, Novas Mídias e Marketing, Multimedia, Design Digital. Cada curso está organizado em módulos.



Fonte: Sessions.edu Online School of Design (2001).

Figura 29: Interface Sessions.

⁶¹ Disponível em: <<http://www.sessions.edu/courses/outlines/4017oln.html>>. Acesso em: 11 nov. 2001. Revisado em: 09 out. 2003.

No curso de Design Gráfico existem disciplinas como: Introdução ao Design Gráfico, Teoria da Cor, Introdução ao Desenho, Tipografia Digital, Gerenciamento de fontes, Design de Logo, Banner de Advertência, Identidade Corporativa, Web Portfólio Design. Cada módulo em três lições. Assim, o módulo “teoria da cor” do curso de design gráfico é desenvolvido em três aulas. Por exemplo:

“Percebendo e entendendo cor”

Lição 1: Introdução aos conceitos de matiz, saturação e harmonia. Apresenta série de exercícios para aplicar princípios e diferentes relações cromáticas;

Lição 2: Interatividade cromática. Explora diferentes possibilidades de trabalhar com a cor, como uma cor depende das cores do entorno. O aluno pode fazer duas composições colocando esses princípios em prática;

Lição 3: Física da cor. De onde vem a cor? Discussão sobre luz e superfícies cromáticas. Nos exercícios estuda-se como uma boa pintura usa cor para representar luz.

No curso de “Design de interfaces” o conteúdo cor é proposto na Segunda lição com demais conteúdos desconexos:

Lição 1: Uma pequena história do design de interfaces. A primeira lição examina interfaces ao longo da história. Precursores mouse e telas de vídeo bem como a história das GUI (*Graphical User Interfaces*) e as idéias de comportamentos através de botões;

Lição 2: Design de Interface para informação espacial. Conceitos de mapa, cor e visualização, orientação e navegação;

Lição 3: Entendendo o papel dos projetistas e do usuário.

• **Digitaledu**⁶²

Fundada em abril de 1998, a *Digital University* possui cursos direcionados à indústria computacional. Oferece consultorias na área e treinamentos. Realiza consultoria em negócios, operações de negócios em *Desktop Publishing* e design gráfico desde 1989. Suas classes virtuais iniciam na segunda semana de cada mês. Os cursos incluem *chat*,

⁶² Disponível em: <<http://www.digitaledu.com/courses/internet/IWWD01.html>>. Acesso em: 11 nov. 2001.
Revisado em: 09 out. 2003.

onde estudantes e instrutores podem se encontrar construindo uma comunidade de aprendizagem a distância.

Segundo o site, o curso de *Web Design* apresenta uma abordagem visual. Ensina como fazer uma página mais atrativa para os observadores, como usar o *layout* e a cor, como os elementos e princípios de boa composição podem ser aplicados em uma página web, como escrever textos e selecionar fontes. A cor é abordada na quarta lição. As aulas estão organizadas da seguinte forma:

Lição 1 - uso de elemento de design no ambiente web. Regras básicas do design visual;

Tarefa 1 - coletando material para sua página, escrevendo texto;

Lição 2 - layout de página;

Tarefa 2 - arquivando seu projeto;

Lição 3 - tabelas e frames;

Tarefa 3 - fazendo tabelas e frames;

Lição 4 - cor, teoria e prática, cores primárias, harmonias de cores;

Tarefa 4 - selecionando escolhas de cor para considerar no seu site;

Lição 5 - cor e textura: atributos da cor, aspectos psicológicos da cor, textura para sua página web;

Tarefa 5 - fazendo uma decisão final sobre o esquema de cores e textura.

No decorrer deste levantamento encontrou-se vários endereços web que não configuram cursos propriamente, mas contribuem para o desenvolvimento do trabalho aqui proposto, pois abordam conteúdos sobre cor. Os quadros 09, 10 e 11 a seguir apresentam uma síntese das principais características dos cursos visitados.

Instituição	<i>The Art Institute of Pittsburgh - IA on line (EUA)</i>
Endereço	http://campus.aionline.edu/
Nível	Graduação
Cursos	Graphic Design
Disciplinas	Disciplinas obrigatórias: Desenho, Teoria da cor, fundamentos do design, Composição e linguagem, perspectiva, Conceito e desenvolvimento (metodologia), Tipografia, Manipulação de Imagem digital, Arte moderna e contemporânea, História e análise do design, Ilustração digital, Introdução à psicologia, Design de advertência, Identidade corporativa, Design e tecnologia, Fundamentos da WEB, Portfólio.
Organização do conteúdo	Disciplinas organizadas a partir de módulos e módulos divididos em lições. Disciplinas obrigatórias e eletivas
Tempo de curso	Cada disciplina dura em média seis semanas. Os alunos podem frequentar no máximo 3 disciplinas simultaneamente. Cada disciplina vale 3 créditos
Público alvo	Estudantes em geral
Pré-requisito	Ensino médio
Tutoria	Sim
Valores	Não está explicitado no site
Tipos de atividades propostas	As atividades procuram desenvolver nos estudantes capacidades e talentos usando o maior número de informações, incluindo leituras, experiência de vida, projetos e grupos de discussão.
Curso demo	Sim
Certificação	Graphic Design (Bachelor of Science Degree)
Proposta pedagógica	Não menciona uma teoria específica, mas entende o professor como um facilitador e diz que as classes são centradas no aprendiz. Os estudantes desenvolvem capacidades e talentos usando o maior número de informações. O facilitador auxilia no processo quando o estudante precisa, interferindo com sua experiência na indústria, e direcionando para um processo de aprendizagem único para cada estudante.
Interação	sim
Equipamentos e softwares necessários	PowerMac G3/OS9 ou Pentium III CPU/ Windows 98; 128MB RAM, scanner; drawing tablet; impressora, Adobe Photoshop, Acrobat (fullversion), Illustrator, Microsoft Internet Explorer or Netscape Navigator ver. 5.0

Fonte: A autora (2004).

Quadro 9: Resumo das características do AI on-line.

Instituição	Rochester Institut of Technology (RIT) < http://distancelearning.rit.edu/ >		
Nome do curso e objetivos	Mestrado em ciência e artes da publicação gráfica Este Mestrado objetiva educar indivíduos para produção e administração na indústria gráfica, considerando o inter-relacionamento entre tecnologia, produção e administração.	Mestrado em Tecnologia de impressão Objetiva proporcionar uma compreensão detalhada dos processos de impressão, técnicas e conceitos de imagem. Este programa promove uma ampla visão do campo de impressão, permitindo especialização em uma área técnica particular. Pretende desenvolver habilidades de pesquisa práticas, úteis para a indústria de comunicações gráficas.	Sistemas de Artes Gráficas Busca enfatizar o conhecimento administrativo e técnico necessário para que o profissional tenha êxito no século XXI.
Certificação	Sim (RIT)	Sim (RIT)	Sim (RIT)
Disciplinas e conteúdos abordados	48 créditos. O programa é formado por seis disciplinas em que cinco das seis disciplinas técnicas serão on-line. Algumas disciplinas serão ministradas como cursos de verão na sede do RIT. É exigido que os estudantes assistam uma disciplina prática de uma semana. Esta disciplina busca familiarizar os estudantes com <i>software</i> e <i>hardware</i> que compõem o fluxo de trabalho no processamento de imagem atual e operações de impressão	Disciplinas obrigatórias: Métodos de pesquisa, Impressão, Tecnologia de publicação, Teoria de reprodução, Gráfica, Estatística, Aplicações de tipos digitais, Tom & Análise de Cor, Cor & Substratos, Processamento de Documentos, Idiomas. Também existem as disciplinas eletivas e o projeto de tese.	As disciplinas do programa exploram habilidades e conhecimento em controle financeiro, sistemas de distribuição de custo e comercialização, estimando estratégias e planejamento de alcance limitado.
Organização do conteúdo	Disciplinas on-line e presenciais.	Disciplinas on-line e presenciais.	Disciplinas on-line e presenciais.
Proposta pedagógica	Não menciona um referencial pedagógico específico	Não menciona uma proposta pedagógica específica	Não menciona um referencial pedagógico
Tempo de curso	2 anos	2 anos	2 anos
Público alvo Pré-requisito	Está aberto a estudantes das mais variadas formações universitárias.	Está aberto a estudantes das mais variadas formações universitárias.	Está aberto a estudantes com variadas formações universitárias.
Tutoria	Sim	Sim	Sim
Valores	Não está disponível	Não está disponível	Não está disponível
Tipos de atividades	Similares aos programas de mestrado presenciais	Similares aos programas de mestrado presenciais	Similares aos programas de mestrado presenciais
Curso demo	Não	Não	Não

Fonte: A autora (2004).

Quadro 10: Características dos cursos de pós-graduação do RIT.

	Sessions	Digitaledu
Instituição:	http://www.sessions.edu/courses/outlines/4017oln.html	http://www.digitaledu.com/courses/inter/net/IWWD01.html
Cursos oferecidos	Design gráfico Web design, Design digital, Multimídia	Web design
Certificação	Sim	Certificado da própria empresa
Disciplinas e conteúdos abordados	Design Gráfico e web: Introdução ao web design, design de interfaces, Animação, Design da Informação, Imagem digital, Front page, Photoshop básico, Java Script, Banner de advertência, Vídeo Digital, edição digital.	Elementos de design no ambiente web, Regras básicas do design visual. layout de página, Tabelas e frames, Cor teoria e prática: primárias, harmonias de cores, cor e textura: atributos da cor, aspectos psicológicos da cor, Textura para sua página web, Texto, fontes, estilos e links internos e externos, Animação, Som, mantendo a atenção dos usuários
Organização do conteúdo	Disciplinas, Módulos e lições.	Módulos e lições
Proposta pedagógica	Não menciona um referencial pedagógico específico	Não menciona uma proposta pedagógica específica, mas as atividades propostas indicam um referencial instrucionista.
Tempo de curso	Em média 4 semanas para cada disciplina	20 horas
Público alvo Pré-requisito	Conhecimento em básico em computação	Conhecimento em básico em computação
Tutoria	Sim	Sim
Valores	Entre U\$ 99 e 159 dólares por disciplina (ou módulo)	U\$ 65 dólares
Tipos de atividades propostas	Análise, leitura de tópicos, desenvolvimento de projetos	Realização de tarefas específicas com base no conteúdo ministrado
Curso demo	Sim	Não
Nível de interação	Médio	Baixo
Equipamentos e softwares necessários	Computador Pentium PC ou G3 Macintosh, 56K modem no mínimo; Scanner Colorido, Impressora; Câmera Digital, tablet.	Computador (PC ou Macintosh), Internet, e-mail, editor de imagem como Photoshop, <i>Software</i> para produção de páginas web.

Fonte: A autora (2004).

Quadro 11: Comparativo entre as disciplinas de teoria da cor dos “cursos livres”.

4.3 Síntese do capítulo

Neste capítulo apresentou-se a metodologia utilizada para construção do modelo. Esta desenvolveu-se em três grandes etapas, a saber: Planejamento e Concepção; Desenvolvimento e implementação e Validação.

Na segunda parte do capítulo apresentou-se com uma análise de ambientes de aprendizagem on-line e cursos a distância na área de “teoria da cor”. Buscou-se vislumbrar como esses conteúdos estavam sendo abordados. Foram avaliadas disciplinas de “Teoria da cor” vinculadas a cursos superiores de design gráfico, “cursos livres” de teoria da cor e cursos de Pós-Graduação da área. Considerou-se a proposta pedagógica, o nível de interação, as tecnologias disponíveis, a organização e o nível de profundidade do conteúdo e as formas de avaliação. Observou-se que o tratamento dos conteúdos é realizado de maneira fragmentada, desvinculado de um contexto específico, sem aprofundamento reflexivo. Nenhum dos ambientes de aprendizagem visitados trata da “padronização de cor” em relação a diferentes meios e condições de observação. Embora muitos dos ambientes analisados sejam ricos visualmente, abordam os conteúdos cromáticos de forma geral, esquecendo de aspectos condicionantes ligados ao contexto. Tal aspecto remonta às críticas já realizadas sobre as disciplinas de teoria da cor na Bauhaus referentes a idealização do ensino.

Nas atividades propostas pelos ambientes on-line analisados, observa-se o predomínio da informação textual e da linguagem escrita. Muitos exercícios solicitam a análise de conceitos, imagens, comparações, descrição ou justificativas, mas não destacam a importância da cor no projeto gráfico. Os exercícios, na maioria das vezes, são limitados a um determinado conteúdo. Em alguns cursos os trabalhos finais são realizados e remetidos aos tutores, acompanhados de memorial descritivo, mas não deixam claro como ocorre (e se ocorre) a interação durante o processo de desenvolvimento.

Os programas vinculados a Universidades que possuem maior tempo de atuação em EAD, e cursos presenciais na área de Design, apresentam cursos on-line melhor estruturados, como é o caso do IA on-line. Quanto à oferta de cursos livres percebe-se o caráter tecnicista presente em muitos casos. Empresas de *software* e diferentes organizações oferecem “cursos” que podem, praticamente, ser considerados tutoriais. Tal situação ocorre principalmente na área de Web Design.

Quanto aos conteúdos abordados no âmbito da graduação e dos cursos livres, percebe-se a presença dos aspectos físicos, fisiológicos, dos sistemas de cores (pelo menos

RGB e CMY). Contudo, para área de design gráfico, os cursos não abordam conteúdos sobre aparência da cor e consistência cromática em projetos. Também não fica claro como ocorre a integração da teoria em propostas práticas. Já os cursos de pós-graduação em tecnologia gráfica do RIT enfocam com mais clareza as relações entre cor e aparência, mas são muito específicos, pois preocupam-se com o fluxo de trabalho da indústria gráfica como um todo.

Considerando o breve levantamento realizado, percebe-se que o aprofundamento de propostas colaborativas específicas para a aprendizagem da cor na área de design gráfico são promissoras. Agregadas a atividades de resolução de problemas, elas podem explorar o processo de desenvolvimento de propostas gráficas e cromáticas à distância, tendo em vista não apenas os aspectos metodológicos, mas as características individuais e culturais dos aprendizes.

5 UM MODELO DE NÚCLEO VIRTUAL PARA A APRENDIZAGEM DA COR NO CONTEXTO DO AVA-AD

Neste capítulo apresenta-se o modelo do núcleo virtual de aprendizagem da cor. Enfatiza-se os pressupostos da aprendizagem colaborativa baseada na ABP e nas TIC, discorre-se sobre as etapas metodológicas adotadas na concepção do núcleo virtual para aprendizagem da cor.

Posteriormente são explicitados os referenciais teóricos, as estratégias pedagógicas que conduzem as atividades de aprendizagem, a organização dos problemas, conteúdos e exercícios previstos para o núcleo de cor. Destaca-se as ferramentas de suporte à aprendizagem e a estrutura que apóia a comunicação e a colaboração. Ressalta-se a indissociabilidade entre a fundamentação do modelo do núcleo de aprendizagem da cor e a base teórica do projeto AVA-AD.

A validação do Modelo é relatada, na última parte deste capítulo, a partir da experiência do curso “Cor no design gráfico” realizado de março a abril de 2004 com alunos do curso de Design da UFSC. O desenvolvimento do curso, a qualidade da interação e os resultados finais são analisados e apresentados de forma sistemática como finalização.

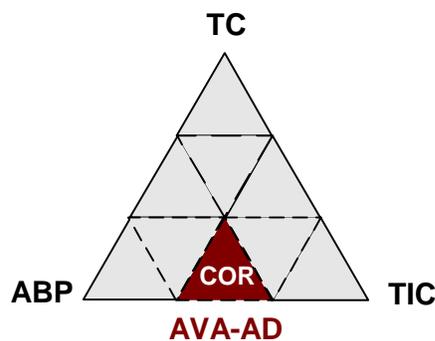
5.1 A base teórica do núcleo de aprendizagem da cor

O modelo do núcleo de aprendizagem da cor tem por objetivo abordar o fenômeno cromático, a partir de estratégias pedagógicas colaborativas baseadas na resolução de problemas. Tal ênfase justifica-se a partir da identificação da necessidade de se construir um modelo de aprendizagem, que integre teoria e prática da cor, a partir de situações reais de aplicação na área de design gráfico. Surge, assim, como uma proposta de aprendizagem que integra os princípios da ABP, da aprendizagem colaborativa e do potencial das tecnologias informatizadas de comunicação.

O modelo busca a flexibilidade quanto a local, horário e ritmo de aprendizagem. Pode caracterizar-se como aprendizagem complementar, de extensão ou de especialização. Essa flexibilidade também refere-se à possibilidade de adequar conteúdos e problemas ao perfil dos alunos e aos objetivos de aprendizagem de um determinado curso ou disciplina. O modelo foi construído com o objetivo de atender estudantes de graduação da área de Design

Gráfico que estejam cursando, no mínimo, a 4ª fase ou o segundo ano de curso, assim como alunos recém formados e profissionais que necessitem de atualização ou aprofundamento na área de teoria da cor.

A estrutura mostrada na figura 30 expõe a base teórica do modelo. Portanto, o núcleo de aprendizagem da cor do AVA-AD está fundamentado no tripé que integra: aprendizagem baseada na resolução de problemas (**ABP**), o potencial das tecnologias da informação e comunicação (**TIC**) e a teoria da cor (**TC**).



Fonte: A autora (2004).

Figura 30: Esquema que representa a base teórica do núcleo de aprendizagem da cor no AVA-AD e que também especifica a base teórica do AVA-AD como um todo.

No modelo proposto ressalta-se a indissociabilidade entre a base teórica do “núcleo de cor” e a fundamentação do projeto AVA-AD. A diferença reside apenas nas teorias representadas pela sigla **TC** localizadas no ápice do triângulo (figura 30). No triângulo interno do “núcleo de cor” **TC** representa “Teorias da Cor” e no triângulo externo, mais abrangente, **TC** representa “Teorias de Conteúdos” que poderão ser direcionados a outros temas relativos à Design ou Arquitetura.

A Aprendizagem Baseada na resolução de Problemas (**ABP**), foi escolhida como a principal estratégia didático-pedagógica que conduzirá o processo de aprendizagem no núcleo. Evidencia-se a importância do processo de aprendizagem ativa, centrada no aluno, que incentiva o diálogo e a busca de soluções diferenciadas para cada situação problema. A **ABP** estimula o aprendiz a lidar com divergências e a tomar decisões. Na medida que se apóia em “situações problema”, a **ABP** valoriza o contexto em que a situação está inserida e

trabalha com a busca de diferentes alternativas para solução. O professor incentiva, questiona, orienta, monitora a aprendizagem, visando o aprofundamento do grupo envolvido. É um processo em constante movimento que exige a gerência do grupo de forma dinâmica. Cabe ressaltar que, para assegurar a especificidade da área de design gráfico, o modelo apresentado explora o sentido de colaboração gráfica. Ou seja, além de toda interação de base textual (síncrona e/ou assíncrona) o ambiente busca formas de adicionar e propor o “diálogo” entre soluções gráfico/cromáticas, discutidas, avaliadas e/ou alteradas, colaborativamente, a distância.

O confronto com “situações problema” no campo da cor aplicada ao design possibilita a integração do corpo de conhecimento da Teoria da Cor (TC) em casos reais. Assim, pode-se evidenciar que as características do contexto, dos meios técnicos e dos recursos disponíveis são fatores determinantes nas opções cromáticas de um determinado projeto gráfico. Portanto, pretende-se sair do plano puramente teórico em termos de planejamento e criar a oportunidade para que o aluno pense na viabilidade de implementação de um determinado conceito, princípio ou técnica.

Outro aspecto, que sustenta conceitualmente o núcleo de aprendizagem aqui proposto, refere-se ao potencial das tecnologias informatizadas de comunicação, tema explorado na parte inicial deste estudo. Destaca-se a importância da interação e colaboração entre os diferentes atores (aprendizes, professores, tutores) nas situações de aprendizagem propostas pelo ambiente e das possibilidades de comunicação à distância em rede, da discussão e do compartilhamento de idéias e soluções acerca dos temas.

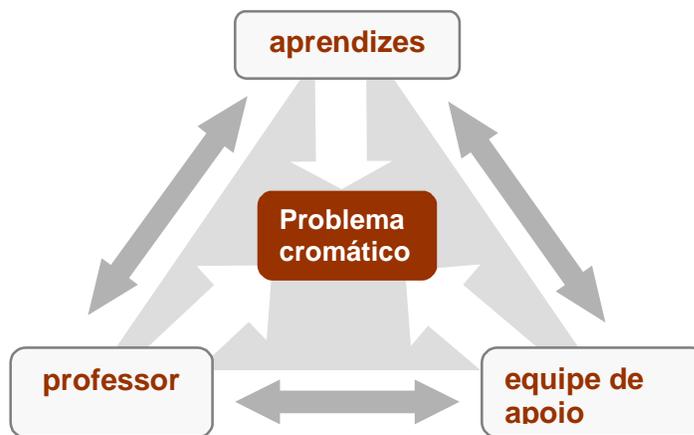
A comunicação por meio das TIC caracteriza-se como uma nova modalidade comunicacional que permite romper com a linearidade e a unidirecionalidade entre emissor e receptor e potencializa a comunicação multidirecional pela formação de redes geradas na diversidade de informações, recursos e intervenções, o que favorece desenvolver sofisticados processos de design e produção, rápida emissão e distribuição de conteúdos, interação com o grupo e acesso a recursos oriundos de diferentes fontes e mídias.

5.2 O processo de aprendizagem, comunicação e interação focalizado nos problemas sobre cor aplicada ao design gráfico

A intenção fundamental do modelo do núcleo de aprendizagem da cor é focalizar o processo de aprendizagem na resolução de problemas cromáticos de forma colaborativa.

Assim, as discussões, os estudos cromáticos, o material de apoio visam ampliar o repertório do grupo de aprendizes sobre o tema “cor aplicada ao Design Gráfico”. Do mesmo modo, a estratégia ABP visa cobrir uma lacuna no processo de aprendizagem da cor. Ao invés dos conteúdos serem trabalhados de maneira linear, isolada e descontextualizada pretende-se que as “situações problema” envolvam mais de um conteúdo e sejam abordadas em contextos específicos, exigindo a integração e adequação da teoria a cada hipótese.

No modelo o processo de aprendizagem e, conseqüentemente, de resolução de problemas está fundamentado no trabalho colaborativo. Como mostra a figura 31, as relações aluno/aluno, aluno/professor, aluno/monitor, professor/monitor conduzirão o ritmo e o direcionamento das atividades que terão como suporte um site na web que abriga o AVA-AD. Nesse ambiente estará disponível a estrutura que permite a comunicação assíncrona e síncrona, a comunicação gráfica, bem como a base de conteúdos, exercícios, imagens, texto e materiais de apoio ao processo de aprendizagem virtual em ABP com ênfase gráfico-colaborativa.



Fonte: A autora (2004).

Figura 31: O processo de aprendizagem colaborativa na resolução de problemas cromáticos.

No presente modelo um conceito fundamental é o de “problema cromático”. Assim, define-se um problema cromático como uma situação que possa ser resolvida a partir da articulação do escopo da teoria da cor, associada a algum sistema de reprodução ou modelo de representação cromático num contexto previamente explicitado. Nessa perspectiva, um problema cromático pode enfatizar o valor compositivo da cor no que se refere às

possibilidades de integração, unificação ou fragmentação do espaço bi ou tridimensional. O potencial de exaltação, destaque, discriminação e dinamização espacial também pode ser explorado como problema. Outros enfoques podem enfatizar as possibilidade de codificação, identificação e associação de escalas cromáticas a conceitos e temas específicos. A linguagem cromática ainda pode ser explorada no sentido da categorização, serialização, sequencialidade entre temas ou produtos. A cor também pode ser usada como metáfora ou representação de cenas, situações ou objetos. As “situações problema” sobre cor também podem envolver aspectos de seleção, determinação e especificação de cor para determinados sistemas de representação ou reprodução, tais como CMYK, RGB, HEX, ou diferentes tintas ou materiais. Pode, ainda, envolver questões técnicas vinculadas ao uso de um ou diferentes materiais, equipamentos ou métodos de aplicação da cor.

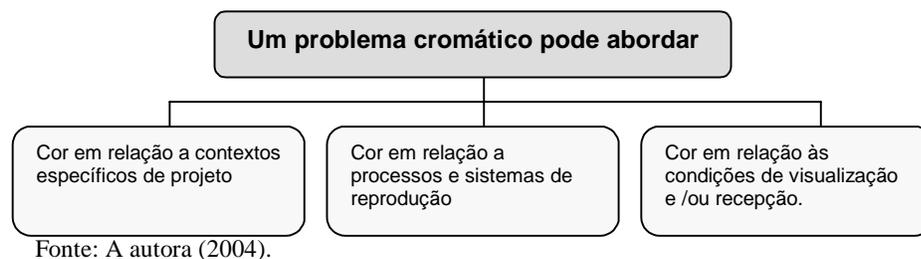


Figura 32: Caracterização de problema cromático.

Cabe ressaltar que em design gráfico, um projeto é uma solução em potencial para um problema; mas nem sempre um problema implicará em um projeto completo. Portanto, os problemas cromáticos podem constituir uma fase ou etapa de um projeto maior. Mas, como explicita a figura 32, no modelo proposto, um problema cromático também pode estar ligado a sistemas e processos de reprodução de cor e aos aspectos de percepção e seleção relativos a objetos ou condições de visualização. E esta é a grande vantagem pedagógica da ABP, pois num contexto maior pode-se “recortar” questões específicas e apresentá-las sob forma de problema, com objetivos didáticos.

5.3 O Projeto AVA-AD

A modelagem do núcleo de aprendizagem da cor foi concebida no contexto geral do Projeto AVA-AD. Por conseguinte, a base conceitual do modelo do núcleo de cor se funde com a base geral do AVA-AD, resguardadas as especificidades quanto à aprendizagem virtual da cor.

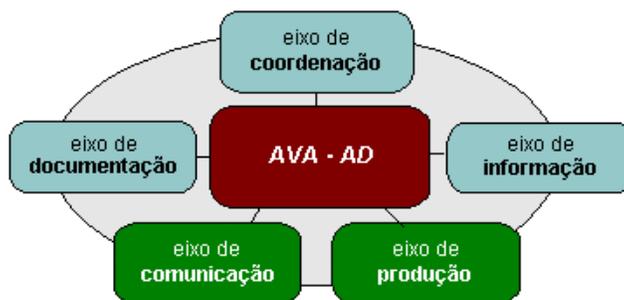
O projeto AVA-AD⁶³ tem por desafio estruturar, em termos pedagógicos e tecnológicos, ambientes de aprendizagem específicos para as áreas de Arquitetura e Design. Tem como pressupostos fundamentais o aprendizado colaborativo a distância, a aprendizagem baseada na resolução de problemas, além do oferecimento de diferentes suportes de informação e documentação ao processo de aprendizagem nas áreas em questão. Também busca contribuir para o desenvolvimento da missão da Universidade na medida que integra Pesquisa, Ensino e Extensão.

Atualmente estão sendo desenvolvidos quatro núcleos de aprendizagem pertencentes às áreas de formação básica em Arquitetura e Design, a saber: cor, forma, luz e textura. Foi neste contexto geral que se desenvolveu o modelo do núcleo de aprendizagem da cor direcionado à área de Design Gráfico. Portanto, o modelo do núcleo de cor e o AVA AD possuem a mesma gênese. Contudo, o núcleo de aprendizagem da cor, devido ao seu nível de desenvolvimento e aprofundamento, pode ser considerado o elemento propulsor do projeto AVA-AD. O núcleo de cor resguarda especificidades quanto às funcionalidades, abordagem pedagógica, corpo de conceitos e informações da área cromática direcionadas ao campo do Design Gráfico, como será exposto no decorrer deste capítulo. A estrutura geral do AVA-AD é que dará suporte a toda integração do processo de colaboração explicitado no modelo.

⁶³ O projeto AVA-AD está vinculado ao Laboratório de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (Hiperlab) do Departamento de Expressão Gráfica da UFSC. Este projeto é financiado pelo CNPq desde 2001 através da concessão de Bolsas e Coordenado pela prof^a Alice Cybis Pereira, PhD (Processo CNPq n. 521464/96-0 (nv). Renovação: 550862/ 2002-1).

5.3.1 A Arquitetura do AVA -AD

O AVA-AD baseia-se no modelo cliente-servidor⁶⁴. No que concerne aos recursos e ferramentas e às possibilidades de interação e comunicação, o conjunto total de funcionalidades estruturadas pelo ambiente AVA-AD pode ser reunido em cinco grandes eixos, a saber: documentação, produção, comunicação, informação e coordenação, como mostra a figura 33.



Fonte: A autora (2004).

Figura 33: Os cinco eixos conceituais que estruturam as ferramentas do AVA-AD.

No **eixo de coordenação** encontram-se as ferramentas que, de alguma forma, subsidiam e organizam as ações do grupo de usuários. Neste eixo, também situam-se aquelas ferramentas que apóiam o coordenador no gerenciamento dos cursos (gerenciamento dos alunos, inscrições, cadastro, datas de início, de término e controle de acessos).

O **eixo de documentação** dispõe de recursos para armazenamento de documentos que apóiam o processo de aprendizagem e a estruturação dos cursos. Recursos como banco de imagens, banco de textos, material didático, vídeos, animações, apresentações e galeria com trabalhos já desenvolvidos pelos grupos constituirão a midiateca que apoiará as atividades de aprendizagem. Os participantes podem, ainda, salvar seus arquivos, anotações e projetos. Cada aprendiz possui uma “pasta” específica para arquivamento dos seus dados. Entre os itens que constituem o eixo de documentação destaca-se:

⁶⁴ Aplicação cliente-servidor: arquitetura de rede onde todo o computador ou processo é ou um cliente ou um servidor. Os servidores são computadores ou processos dedicados a gerenciar unidades de disco (servidor de arquivos), impressoras (servidor de impressão), tráfego de rede (servidores de rede) ou outros serviços de processamento. Os clientes são PCs ou estações de trabalho nos quais os usuários executam aplicativos. Os clientes dependem dos servidores para ter acesso a recursos como arquivos, dispositivos, comunicações ou potência de processamento. Arquiteturas cliente-servidor são às vezes chamadas de arquitetura dupla fila (*two-tier*) (PALLOFF; PRATT, 2002, p. 223).

- **Midioteca:** local do site reservado para documentação e registro de materiais didáticos e produções dos alunos. Aqui estão definidos os seguintes suportes:
 - Banco de imagens: imagens complementares ao conteúdo desenvolvido no curso. As imagens podem ser buscadas por “palavras-chave”. As figuras vêm identificadas quanto à origem, técnica, dimensão, autor e são acompanhadas de um breve comentário escrito;
 - Vídeos: disponibiliza vídeos complementares ao conteúdo;
 - Animações: permite acesso às animações já expostas no conteúdo, como também, animações complementares;
 - Apresentações ou aulas virtuais sobre assuntos pertinentes ao curso;
 - Galeria: ambiente que disponibilizará trabalhos, processos de desenvolvimento de problemas e projetos já desenvolvidos por outros grupos.
- **Meu espaço:** local que documenta o histórico escolar, a lista de exercícios resolvidos, problemas já resolvidos e em andamento, área de trabalho para arquivamento de dados;
- **Banco de problemas:** local em que são documentados os problemas já resolvidos a partir do ambiente colaborativo e as respectivas trajetórias de resolução.
- **Bloco de notas:** local em que o estudante pode realizar registro e anotações sobre o conteúdo.
- **Quadro de avisos:** local onde são disponibilizados aos aprendizes avisos e notificações sobre as atividades previstas ao longo do curso, horários de encontros, monitorias especiais on-line, recados e notícias de interesse coletivo.
- **Cadastro:** registra e armazena dados sobre o aluno, realiza uma sondagem em termos de conhecimentos anteriores, interesses pessoais e profissionais.
- **Agenda dinâmica:** local onde o cronograma do curso é disponibilizado. Na agenda também poderão estar registrados compromissos individuais, datas importantes para encontros colaborativos, envio de relatórios etc. Pode ser utilizado tanto pelo usuário, como pelo gerente do curso.

No eixo de documentação ainda estão presentes ferramentas que trazem informações gerais sobre o ambiente, tais como:

- **FAQ:** local em que estarão disponíveis perguntas e respostas sobre as dúvidas mais frequentes sobre o ambiente em geral e sobre ABP;
- **Conheça o AVA-AD:** ferramenta que esclarece aspectos sobre a navegação no ambiente, sobre os usos das ferramentas disponíveis, tanto no ambiente de aprendizagem, quanto nos ambientes de colaboração e comunicação.

No eixo de **informação** estão agregados recursos e conteúdos de apoio ao processo de aprendizagem e às atividades colaborativas. Um conjunto de conteúdos, estruturado em tópicos, de forma flexível e interativa, pode ser acessado segundo o interesse dos aprendizes, independentemente de tempo e lugar. Há um glossário específico sobre cada tema que abarca as teorias de cada área, acompanhado de sugestões de estudos adicionais, dicas e bibliografia complementar (indicação de artigos, livros e sites afins aos assuntos abordados).

O **eixo de produção** do modelo AVA-AD evidencia a participação ativa e interativa do aprendiz. Aqui são disponibilizados os problemas, baseados em casos reais, que objetivam integrar a teoria e a prática. Problemas e exercícios poderão ser resolvidos no ambiente gráfico 2D e 3D de modo a incentivar a participação ativa do estudante.

De forma integrada ao eixo de produção, destaca-se o **eixo de comunicação** que reúne as ferramentas que dão suporte às atividades colaborativas desenvolvidas pelos aprendizes no AVA-AD. Assim, as ferramentas de *mail*, *chat*, *fórum* estão disponíveis para diálogos e interações entre aprendizes/aprendizes, tutores/aprendizes, professores/aprendizes, e apresentam a possibilidade de anexação de imagens. Destaca-se que o ambiente colaborativo 2D e 3D inclui área de chat e área gráfica, onde os aspectos gráficos e cromáticos dos projetos podem ser visualizados e analisados em grupo, de forma síncrona ou assíncrona. O eixo de comunicação foi concebido de forma integrada ao eixo de produção.

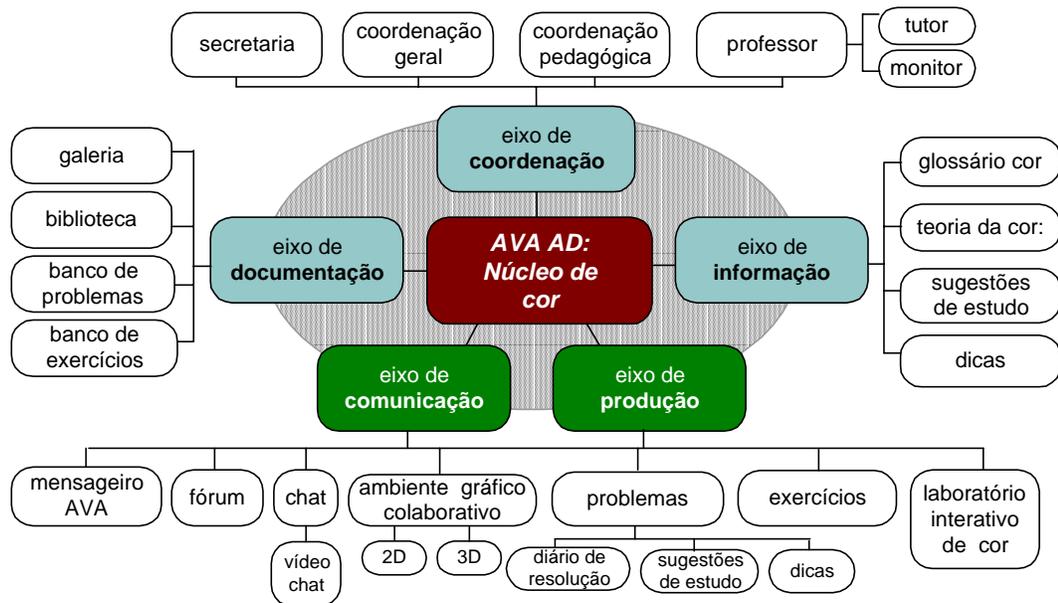
Para maior detalhamento das ferramentas do eixo de comunicação menciona-se:

- **Fórum:** configura um espaço virtual de discussão entre alunos, estimulada e mediada por professores, sobre temas de interesse do curso. Permite que imagens sejam visualizadas em espaço anexo a uma área de texto, objetivando uma discussão centrada nas imagens, de caráter pontual e específico. No modelo definiu-se que haverá fórum geral da turma e um fórum para cada grupo específico de trabalho durante o processo de resolução dos problemas;

- **Sistema de mensagens:** permite acesso à ferramenta de e-mail e de *chat* “mensageiro AVA-AD” (de caráter síncrono e assíncrono), a qual permite o processo de interação em tempo real (ou não) entre os indivíduos conectados. Tem por objetivo possibilitar discussões relativas aos problemas e demais conteúdos do ambiente, bem como afastar o isolamento comumente encontrado nos ambientes de educação a distância. O sistema de mensagens também ativa o correio eletrônico permitindo a comunicação textual entre alunos/alunos, aluno/tutor e aluno/professor. No sistema de mensagens também há o **Vídeo-chat**, que permite a conversação com recurso de áudio e vídeo para o professor e conversação textual, em tempo real, para os demais usuários participantes da sessão;
- **Ambiente gráfico colaborativo 2D:** ferramenta baseada no conceito de “quadro branco compartilhado”⁶⁵. Este permite que vários usuários remotos possam interferir através de grafismos e textos sobre uma área comum. Dessa forma, cada usuário pode editar o conteúdo do “quadro” a qualquer momento. Pode ainda anexar imagens e salvar objetos. Aqui o desenvolvimento de estudos gráficos e cromáticos pode ser analisado, acompanhado e modificado a distância, de forma colaborativa. É sobretudo, no ambiente gráfico 2D que o conceito de colaboração gráfica síncrona poderá ser explorado;
- **Ambiente gráfico colaborativo 3D:** ferramenta estruturada a partir de tecnologias de modelagem de realidade virtual que permitirão a criação de cenários e a inclusão e manipulação de objetos nestes. No âmbito do modelo proposto, estes cenários, podem ser salas de encontro para discussão de objetos e problemas, salas para apresentação de objetos, e locais de “visitação” por parte da turma, ou ainda, o próprio local de apresentação do problema.
- **Ajuda:** ferramenta que permite a solicitação de auxílio e o contato direto com o professor, tutor, monitor e equipe técnica.

A imagem a seguir (figura 34) mostra a disposição das ferramentas supra citadas em relação aos eixos geradores do modelo.

⁶⁵ Cita-se dois aplicativos existentes que partem desse conceito: o “Groupboard” é um aplicativo comercial no qual não é possível adquirir o código fonte. Contudo, pode ser estudado para aprofundamento de requisitos. Já o “Babylon Java Chat” é um programa de código aberto e sob licença pública.



Fonte: A autora (2004).

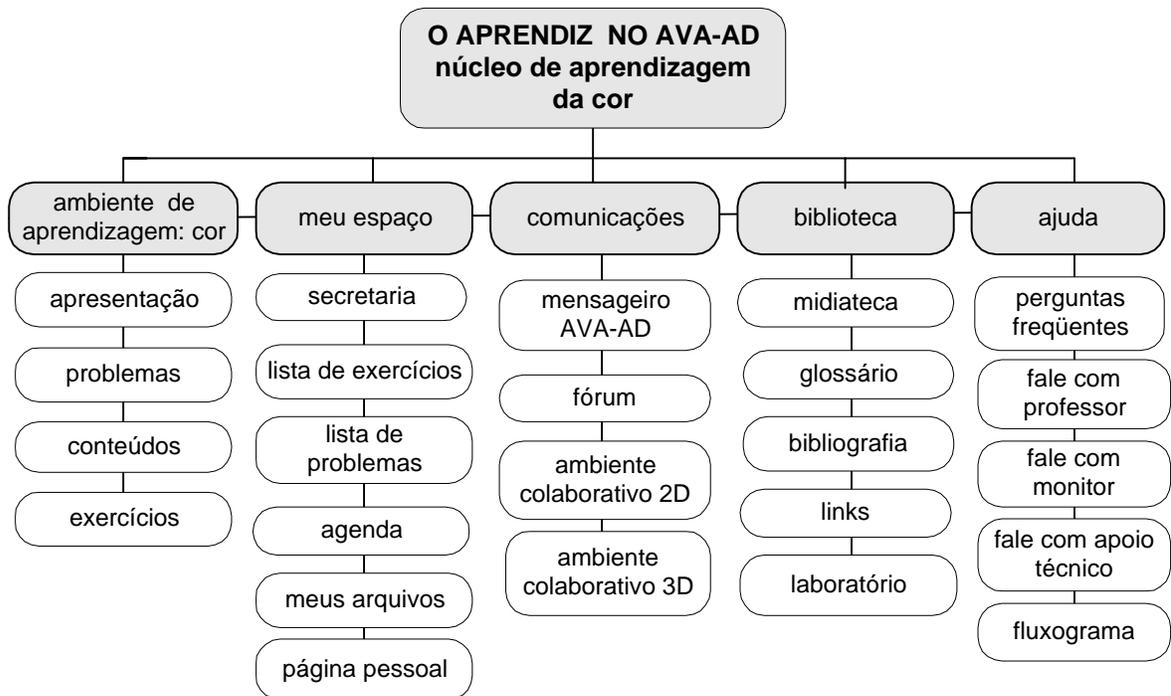
Figura 34: Ferramentas do AVA-AD organizadas a partir dos eixos conceituais geradores do modelo.

Cabe ressaltar que os eixos mencionados (documentação, informação, produção, comunicação e coordenação) no contexto do ambiente AVA-AD não estão isolados. Eles foram organizados considerando a natureza das atividades e operações que reúnem e podem ser acessados a partir de diferentes caminhos.

5.4 O detalhamento do modelo do núcleo de aprendizagem da cor

As funcionalidades propostas pelo modelo do núcleo de cor do AVA-AD estruturam-se a partir dos eixos de documentação, de produção, de informação e de comunicação, já explicitados anteriormente, mas com ênfase nas especificidades necessárias para aprendizagem da cor num ambiente virtual. Entretanto, o aprendiz do núcleo de aprendizagem da cor terá acesso às ferramentas apresentadas anteriormente, organizadas a partir dos seguintes tópicos: ambiente de aprendizagem, meu espaço, comunicações, biblioteca e ajuda como exhibe a figura 35. Cabe ressaltar a importância da comunicação com a

equipe de apoio. A partir do *link* “ajuda” os alunos podem contatar com o professor, com o monitor do curso e com o apoio técnico.



Fonte: A autora (2004).

Figura 35: módulo aprendiz do núcleo de cor do AVA-AD.

Cada tópico dá acesso aos seguintes elementos:

- ambiente de aprendizagem: leva aos problemas, exercícios e conteúdos com suas respectivas dicas e sugestões de estudo;
- meu espaço: leva à secretaria, lista de exercícios, lista de problemas, agenda, meus arquivos e página pessoal da turma;
- comunicações: dá acesso ao sistema de mensagens AVA (*e-mail*, *chat*, *video chat*) fórum;
- ambiente colaborativo 2D e 3D;
- biblioteca: disponibiliza a midiateca (repositório de imagens, animações, apresentações e outros materiais didáticos), links da área, bibliografia, glossário sobre cor, laboratório interativo de cor (LIC);

- ajuda: permite o envio de mensagens diretamente ao professor, ao tutor, ao monitor e ao apoio técnico, fluxograma geral do ambiente, e FAQ.

No núcleo de cor evidencia-se a participação ativa, interativa e colaborativa do aprendiz. Assim, o eixo conceitual de “produção” está configurado a partir da ênfase na resolução colaborativa de problemas e exercícios (acessados a partir do ambiente de aprendizagem) com apoio das ferramentas de comunicação.

5.4.1 A hierarquização dos problemas no núcleo de aprendizagem da cor

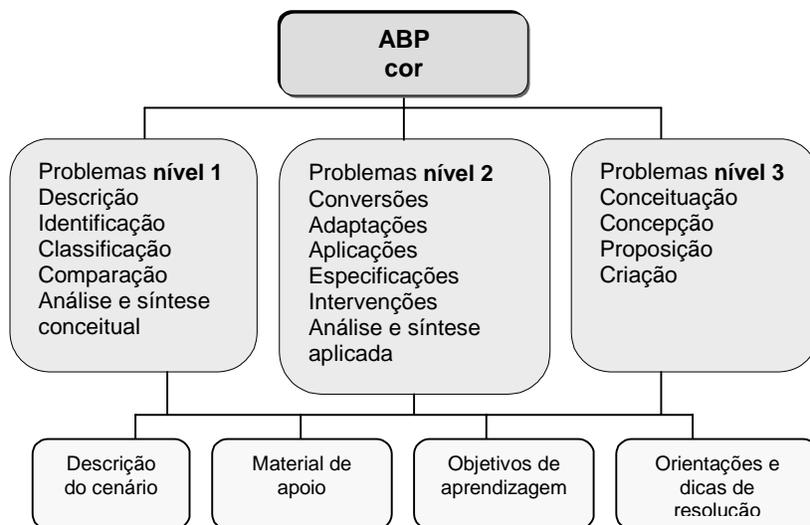
No núcleo de aprendizagem da cor pode ser apresentada uma seqüência de problemas, baseados em casos reais, que objetivam integrar a teoria e a prática da cor aplicada à área de design gráfico. Os problemas poderão ser resolvidos no fórum de grupos, no fórum de turma, no ambiente gráfico 2D e 3D e no chat, enfatizando a colaboração textual e gráfica. Os problemas são apresentados aos grupos tendo como ponto de partida um “cenário” estruturado pelo professor e sua equipe. Deste cenário inicial, os aprendizes percorrem as etapas de resolução (definição do problema, determinação dos objetivos de aprendizagem, estratégias de resolução etc), enviando relatórios e recebendo acompanhamento por parte do professor. A partir de cada relatório enviado pelos grupos, a equipe acompanha as decisões, indica e fornece materiais de apoio. A estrutura para realização de análises e inserções gráficas estará disponível nos ambientes colaborativos 2D e 3D.

Para a elaboração dos problemas foram consultados artigos, relatos de designers, e portfólios de profissionais da área. Também foram selecionados os principais conceitos da Teoria da Cor, importantes para a área de design gráfico e que nem sempre são abordados com clareza pela literatura da área. Assim, destaca-se:

- os parâmetros/dimensões da cor: importante para seleção e ajustes de cores em projetos;
- síntese cromática: uma, duas ou três cores;
- policromia;
- contrastes: tipos, efeitos positivos e negativos, força comunicacional;
- harmonias: tipos, usos, adaptações, força comunicacional;
- ilusões cromáticas, relações figura/fundo, cor e legibilidade;

- aparência da cor: influência das condições de iluminação no fluxo de trabalho gráfico e na visualização do produto final, influência das condições ambientais;
- visão diurna e visão noturna;
- reprodução de cores em diferentes sistemas;
- especificação de cores; e
- identidade cromática.

Os problemas foram agrupados conforme o seu nível de complexidade e os objetivos de aprendizagem. A figura 36 demonstra as três principais categorias:



Fonte: A autora (2004).

Figura 36: Caracterização dos problemas a serem empregados no núcleo de aprendizagem da cor.

Os problemas de nível 1 são aqueles ligados à exploração de conceitos específicos sobre cor. Este tipo de problema pode envolver atividades que objetivam a observação, descrição, identificação, classificação, comparação, análise e síntese conceitual sobre cor. Neste nível podem ser construídos problemas que visam a identificação e análise de diferentes tipos de relações cromáticas, aspectos sobre cor e legibilidade, funcionalidade, organização e discriminação visual a partir da cor, avaliação de condições (ambientais e lumínicas) para visualização da cor, síntese de cores, verificação de ambigüidades cromáticas etc.

São considerados de nível dois aqueles problemas de complexidade média. Aqui, as situações de aprendizagem envolveriam atividades ligadas à adaptações aos sistemas de

reprodução, conversões entre sistemas de representação de cor, intervenções em estudos e projetos existentes, escolha e especificação cromática a partir de escalas e materiais, propostas de análise e síntese aplicadas.

Os problemas de **terceiro nível** são os mais complexos. Estão ligados à criação e proposição de soluções cromáticas no âmbito de projetos novos. Estão incluídos, nesta categoria, problemas a respeito dos aspectos interdisciplinares envolvidos na abordagem da cor em projetos gráficos. Os problemas envolveriam aspectos conceituais sobre proposição, decisão de utilização de cores em possíveis situações de projeto. Relações entre tema, público e custos. Nesse terceiro nível os aprendizes também poderiam indicar ou construir “situações problema” para serem resolvidos de forma colaborativa.

O enfoque ABP enfatiza a importância de se apresentar, inicialmente, um cenário para que os aprendizes possam identificar o problema, traçar os objetivos de aprendizagem, as estratégias de resolução etc. No ambiente de aprendizagem, na tela de problemas, há um espaço para a colocação da ABP e os passos de resolução. No modelo do núcleo de cor, os critérios usados para escolha dos tipos de problemas oferecidos dependem do perfil de entrada do público alvo. Assim, no ambiente pode-se iniciar disponibilizando problemas de nível 1, ou já iniciar-se a utilização do ambiente a partir de problemas de nível 3. Cada problema é acompanhado de material de apoio e orientações para resolução.

5.4.2 A necessidade de sistematização da etapa de estudos cromáticos

No âmbito do núcleo de aprendizagem da cor pretende-se que a resolução de problemas possa abarcar conteúdos que enfatizem os aspectos conceituais e/ou técnicos da cor aplicada ao Design Gráfico. A partir dessas atividades também pretende-se estimular uma sistematização metodológica na etapa de estudos cromáticos. Em situações de projeto, o estudo da cor envolve fases de conceituação, seleção, adequação, teste (prova) e especificação. Não basta eleger um conjunto de cores de acordo com os parâmetros e conceitos maiores de um determinado projeto se, posteriormente, a escala selecionada não for adaptada ao meio, testada e especificada.

Assim, na resolução de problemas cromáticos, em contextos de projeto, será estimulada uma prática que demonstre a importância das seguintes fases:

- **conceituação:** é o primeiro momento; tem como objetivo destacar conceitos ou elementos de projeto que possam ser explorados a partir da linguagem da cor,

além de verificar possíveis relações simbólicas da cor e dos códigos estabelecidos;

- **seleção:** é o segundo momento; onde se insere o estudo de uma escala de tons que responda aos conceitos ou características de projeto, constantes do elenco da fase anterior;
- **adequação ao meio:** engloba a avaliação das características e limitações técnicas dos meios de reprodução e que podem restringir a paleta de cores selecionada; considera-se o tempo de produção, a qualidade e o custo;
- **teste/prova:** momento de realização de testes e provas de tons nos meios e materiais utilizados;
- **especificação:** é o momento da determinação das cores que realmente serão usadas no projeto, com dados numéricos.

5.4.3 Os exercícios do núcleo de aprendizagem da cor

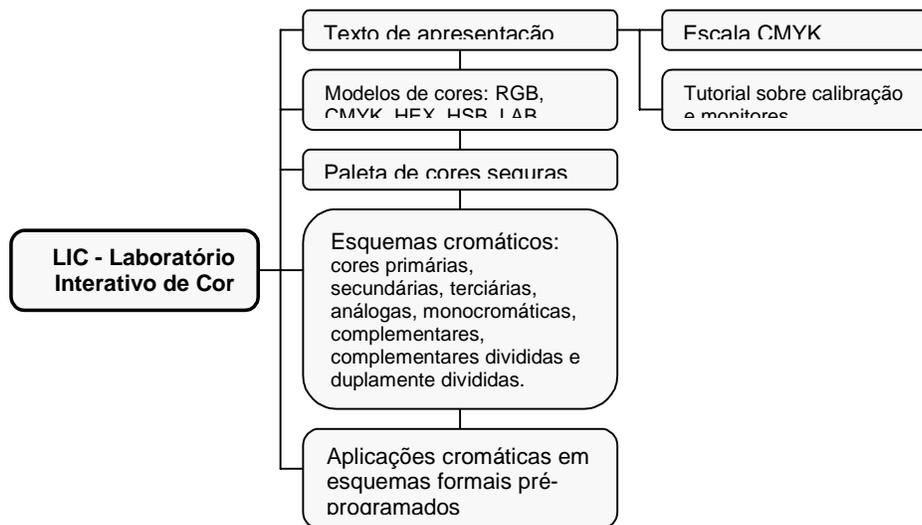
Além de “situações problema”, o modelo do núcleo de aprendizagem da cor apresenta um conjunto de exercícios organizados a partir de conteúdos específicos sobre “teoria da cor”. Os exercícios visam apoiar a compreensão de conceitos e as atividades de resolução de problemas, podendo ser resolvidos conforme as necessidades individuais dos aprendizes. Os exercícios diferenciam-se dos problemas em razão de sua maior simplicidade, envolvendo conteúdos específicos, modos de resolução já conhecidos e estão apresentados de forma descontextualizada. Os exercícios não são pré-requisitos para a resolução de problemas, o aluno pode acessá-los conforme ritmo e interesses individuais.

Os exercícios são resolvidos individualmente e independem de tempo e local para sua solução. Estão planejados exercícios que envolvam descrição e análise de imagens, montagem de composições, organização de escalas e busca de imagens para ilustração de conceitos. São sempre acompanhados de uma área de imagem e uma área de texto para o aluno e para o professor. O aluno pode salvar e/ou enviar ao professor cada etapa de seu exercício. Depois de realizados, os alunos os enviam ao professor para avaliação, e este emite um parecer escrito.

Como apoio à resolução de exercícios e problemas, o núcleo de aprendizagem da cor também disponibilizará o Laboratório Interativo de Cor (LIC). Como explicita a figura 34

o LIC é uma ferramenta que apresenta possibilidades de escolha e visualização de matizes, identificação e verificação numérica de matizes nos modelos RGB, HEX, HSB, CMYK e uma escala CMYK em PDF que pode gerar uma referência de cor quando impressa em equipamentos específicos (mesmo fechada em PDF a escala está sujeita a sofrer variações devido às características e às condições dos diferentes monitores). O LIC também demonstra combinações cromáticas pré-programadas que podem ser visualizados no sistema a partir de estruturas formais simples.

No texto de apresentação do LIC ressalta-se que cada dispositivo no *workflow* digital de DTP (entrada, exibição, saída) utiliza um método diferente para processar as cores. A tecnologia empregada em cada equipamento permite um certo alcance de cores que aquela máquina em particular pode reproduzir ou exibir. Este alcance de cores é conhecido como *gamut*. Um dispositivo de saída, por exemplo, tem o espaço de cor determinado por CMYK. Em muitos casos, um matiz apresentado no monitor (RGB) está fora do *gamut* do CMYK, assim, não será impresso corretamente, ficando, na maioria dos casos, dessaturado ou sujo. Cada tipo de equipamento tem seu próprio espaço de cor, seu próprio alcance de cores e sua própria definição. Também existem efeitos de impressão criados com tintas especiais (como metálicas e vernizes) que não podem ser representados pelo DTP⁶⁶.



Fonte: A autora (2004).

Figura 37: Estrutura do laboratório interativo de cor.

⁶⁶ Um sistema de gerenciamento de cores (CMS) pode prover a consistência de cor de que se necessita. O CMS administra as diferenças nos espaços de cor dos dispositivos no *workflow*. Os softwares atuais estão baseados nos sistemas CIE_xY e CIE_Lab. O CMS transforma os dados do RGB para o sistema independente CIE e os converte em separações CMYK, para que sejam mantidas as cores durante o processo (SENAI, 2000).

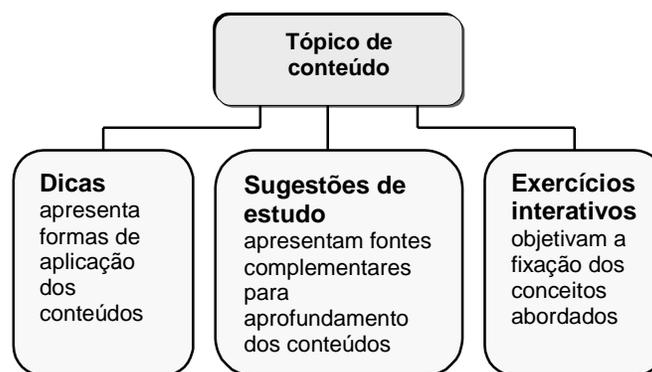
O LIC também disponibiliza tutoriais sobre calibragem de monitores, além de escala CMYK para ser impressa em equipamentos específicos. Ressalta-se que o LIC tem por objetivo gerar parâmetros de apoio aos problemas e exercícios e dirige-se às etapas iniciais de trabalho. Portanto, os ajustes cromáticos no âmbito da saturação e valor, assim como as relações entre conceito, espacialidade e intensidade devem ser pensadas a partir do contexto do problema ou do exercício em questão.

5.4.4 Os conteúdos no núcleo de aprendizagem da cor

No núcleo de aprendizagem da cor estão organizados os conteúdos que abarcam o escopo da “teoria da cor” com ênfase nos tópicos mais relevantes para a formação do designer gráfico. Há um glossário específico sobre cor, os materiais de apoio à resolução de problemas e atividades colaborativas. Constitui, assim, uma revisão dos principais tópicos sobre cor relevantes para a área de design gráfico.

Cabe salientar que esta base de conteúdos está estruturada de forma flexível, sendo integralmente disponibilizada para consultas em qualquer momento, independente de tempo, local ou das atividades colaborativas. A linguagem é acessível, os conteúdos ilustrados com animações ou imagens significativas para a compreensão dos assuntos.

Cada tópico de conteúdo apresenta dicas, sugestões complementares para estudo e exercícios, conforme mostra a figura 38.



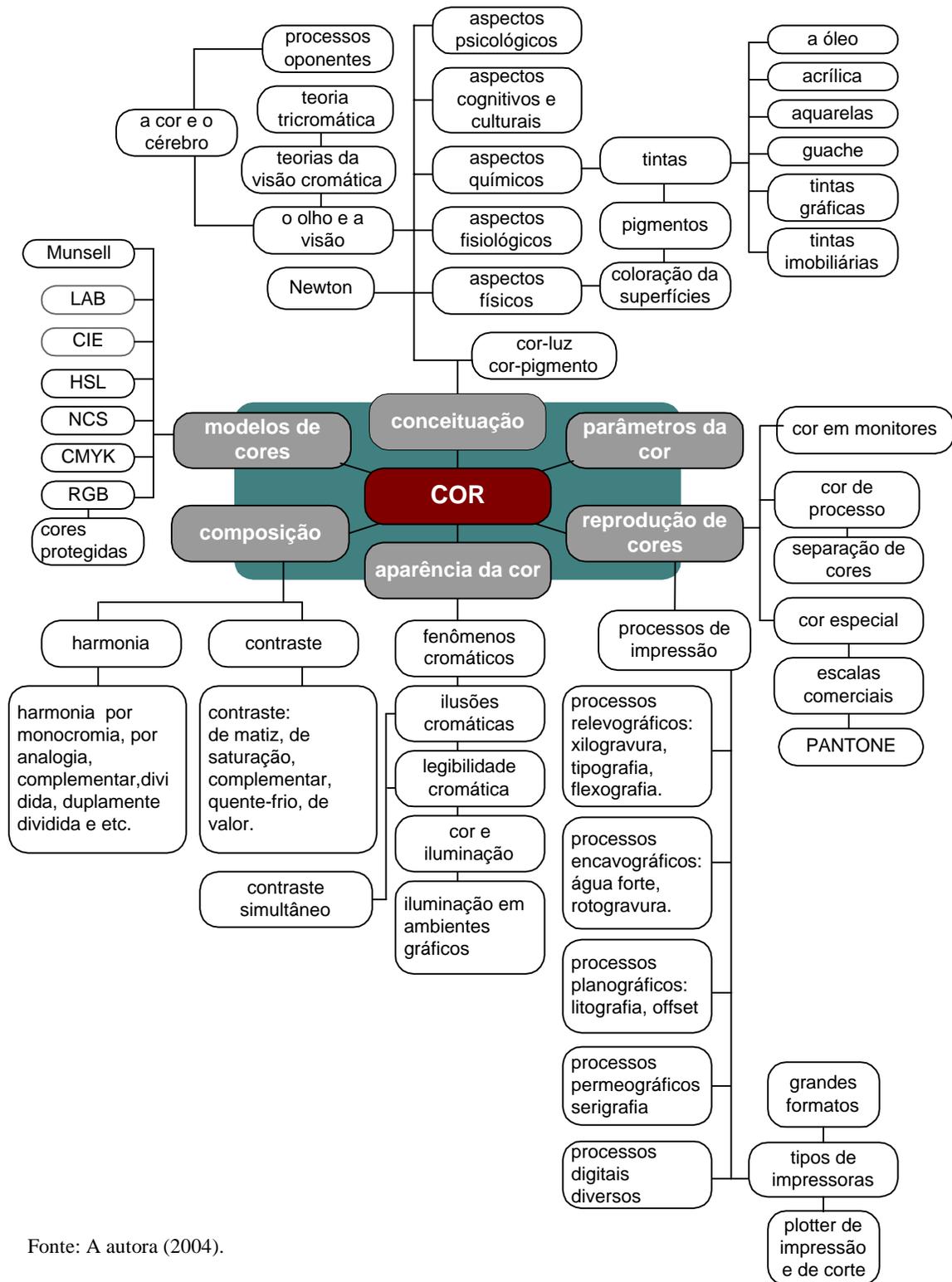
Fonte: A autora (2004).

Figura 38: Um tópico de conteúdo do AVA-AD COR.

As “sugestões de estudo” de cada tópico de conteúdo podem apresentar bibliografia complementar ao assunto em foco, links na internet sobre assuntos afins ou textos e artigos complementares de interesse ao tema tratado. O ícone “dicas” indica aspectos direcionados à aplicação e uso de determinados conceitos e/ou princípios em uma situação prática. Também pode oferecer exemplos, variações ou detalhes operacionais. Os conteúdos sempre são acompanhados de sugestões de estudos adicionais, dicas e bibliografia complementar (como artigos, livros e sites afins aos temas abordados).

Os conteúdos pretendem abarcar os principais pontos acerca da cor aplicada ao design gráfico, como mostra a arquitetura apresentada na figura 39. A base de conteúdos sobre teoria da cor está estruturada a partir de cinco eixos, a saber: conceituação, classificação, modelos cromáticos, composição e reprodução de cores. No primeiro eixo **conceitua-se cor** a partir de suas implicações no âmbito da física, da fisiologia da percepção, da psicologia e da cultura. O tópico **modelos de cores** trata das características e usos dos sistemas RGB, CMYK, HSB, HSV, CIE-LAB, Munsell System e NCS. No item composições, são explorados princípios de combinações cromáticas, estratégias de harmonia e contraste. O tópico **reprodução de cores** aborda os sistemas necessários para tanto, suas particularidades e aplicações. Neste tema também são tratadas as aparentes modificações que a cor sofre em relação ao contexto formal, ao ambiente e à iluminação.

Para o glossário está prevista a implementação de cerca de 250 verbetes específicos sobre cor e produção gráfica. Ao consultar o glossário o aprendiz terá acesso a significados e conceitos dos termos envolvidos diretamente com o conteúdo. A consulta pode ser feita pelo sistema de “busca” por palavras-chave, pela listagem geral de termos em ordem alfabética ou a partir de *hot words* definidas no corpo do conteúdo, em cada tela.



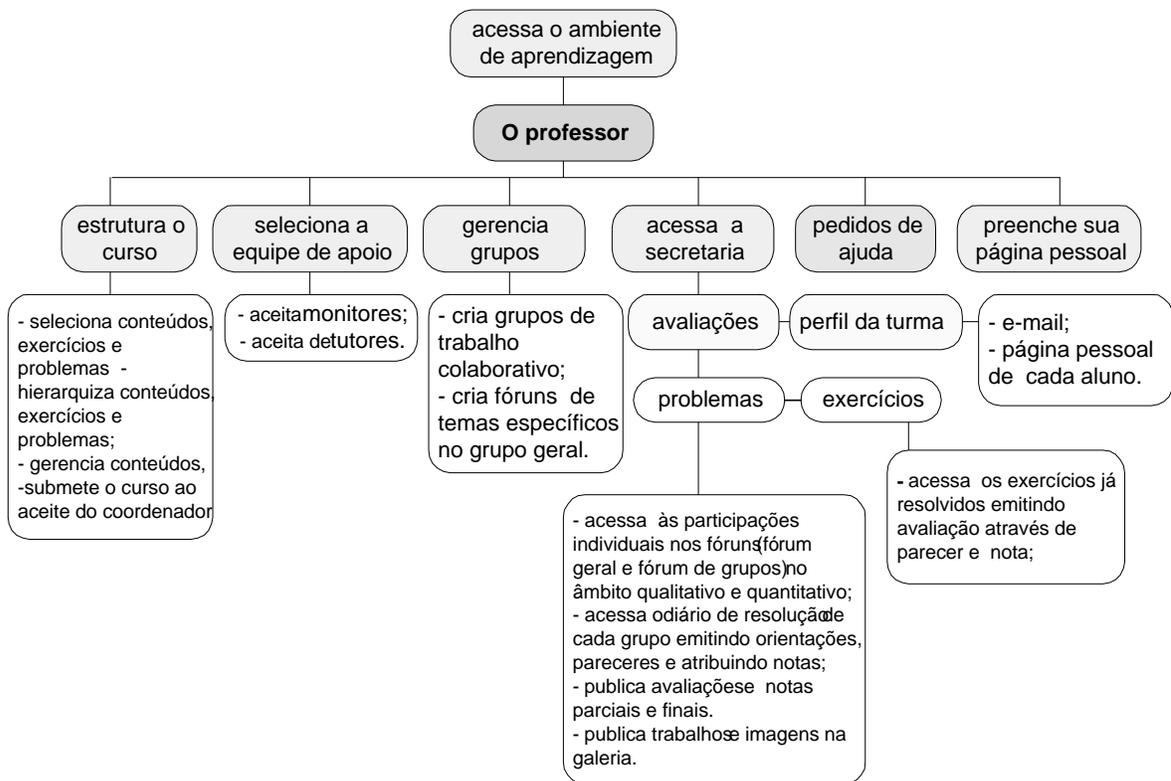
Fonte: A autora (2004).

Figura 39: Fluxograma de conteúdos do núcleo de aprendizagem da cor do AVA-AD.

5.4.5 A atuação do professor e o processo de avaliação no modelo do núcleo de aprendizagem da cor do AVA-AD

O professor tem um papel fundamental no processo de aprendizagem aqui proposto. Ele organiza os elementos do curso segundo o perfil do público alvo, prepara toda a estrutura de apoio à aprendizagem em termos de estratégias, seleção de problemas, exercícios e conteúdos a serem disponibilizados aos alunos. Durante o curso ele acompanha, a cada problema, o desempenho dos grupos e dos indivíduos, participa das discussões no fórum e emite orientações e pareceres.

O professor acompanha o ritmo das atividades do curso, buscando orientar cada etapa de resolução do problema e também acompanhando os desempenhos individuais. A figura 40 sintetiza os principais eixos de atuação do professor no âmbito da aprendizagem no núcleo de cor.

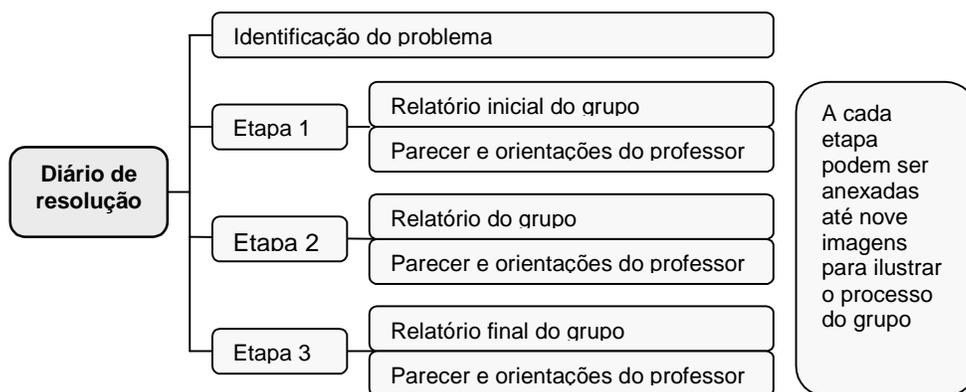


Fonte: A autora (2004).

Figura 40: A estrutura que apóia a atuação do professor no contexto do AVA-AD: núcleo de aprendizagem da cor.

Nos momentos de avaliação, o professor deve dispor de recursos e ferramentas que lhe possibilitem avaliar processo e produto desenvolvidos pela turma, numa perspectiva formativa. Assim, mantendo coerência com a base teórica do modelo em questão, a avaliação do desempenho dos aprendizes estará centrada no processo de resolução dos problemas. Cada grupo será avaliado considerando as etapas de resolução dos problemas, os encaminhamentos, os relatórios realizados e as decisões finais. A figura 37, mostrada anteriormente, explora os recursos disponíveis ao professor para fins de avaliação.

Como apoio direto à avaliação das etapas de resolução de problemas concebeu-se uma ferramenta específica chamada “diário de resolução”, que estrutura as três principais etapas de resolução de cada problema. É uma ferramenta colaborativa, que contribui para a construção e organização do raciocínio do grupo, permitindo ao professor acompanhar todo processo e realizar orientações. A figura 41 exibe a estrutura da ferramenta “diário de resolução”.



Fonte: A autora (2004).

Figura 41: A ferramenta “diário de resolução” que apóia o processo de resolução de cada problema e avaliação do modelo.

A primeira etapa de resolução é teórica. Após os debates, os aprendizes devem preencher os campos do “diário de resolução”, demonstrando a compreensão do problema, sua explicitação e hipóteses para resolução. A etapa dois visa a integração teórico/prática. Nessa fase os alunos vão experimentar suas hipóteses, testar idéias e princípios em estudos gráfico/cromáticos. A etapa três de resolução envolve a tomada de decisão final, em que o grupo faz suas escolhas em função do contexto do problema e do que foi trabalhado anteriormente pelo próprio grupo. A cada etapa podem ser anexadas imagens exemplificando

o processo gráfico desenvolvido pelo grupo. A ferramenta “diário de resolução” é colaborativa. Ao final de cada fase as idéias e soluções são sintetizadas pelo grupo e liberadas para a avaliação do professor –os alunos podem ir preenchendo os campos e salvando as informações até o momento da liberação para a avaliação. O professor recebe o relatório, avalia, preenche um campo específico, com orientações, pareceres e/ou nota.

No modelo do núcleo de cor também está planejada a ferramenta “processofólio”. O processofólio⁶⁷ documenta todo o trabalho do aluno, desde rascunhos, croquis, estudos gráficos, anotações, artigos e alternativas de resolução de problemas ou projetos. No processofólio, o aluno arquiva seu material de pesquisa e as investigações realizadas, podendo acompanhar, visualizar e refletir a partir do que já foi feito e como foi feito, encaminhando-o para as etapas finais. Dessa forma os aprendizes poderão manter uma visão mais crítica de seu próprio processo. No núcleo de cor do AVA-AD, a estratégia do processofólio será adotada pela equipe e individualmente.

Outra parte da avaliação poderá ser computada mediante a realização e envio dos exercícios disponíveis na primeira parte do ambiente. Cada aluno deverá responder, no mínimo, setenta por cento das atividades propostas. Estas podem ser escolhidas segundo o interesse de cada aprendiz e realizadas de forma independente de tempo e local, ou seja, o estudante pode realizá-las em bloco ou de forma paulatina. As respostas podem ser enviadas em etapas ou todas ao mesmo tempo. Para a coordenação do curso importa que, ao final dos dois meses, os exercícios tenham sido executados. Também será mantida uma estrutura de avaliação permanente, com o intuito de promover um processo contínuo de controle do processo educacional. Assim, o curso será monitorado de modo a identificar as necessidades dos aprendizes, a frequência de acessos, o horário, o número de participações nos fóruns e o nível de envolvimento do usuário.

5.5 A validação do modelo do núcleo de aprendizagem da cor: o curso “Cor no design gráfico”

A validação do modelo do núcleo de aprendizagem da cor do AVA-AD ocorreu sob forma de Projeto de Extensão na Universidade Federal de Santa Catarina, no período de

⁶⁷ O processofólio diferencia-se do portfólio na medida em que visa a documentação do processo envolvido em um determinado trabalho, projeto e etc. Já o portfólio objetiva a documentação dos melhores momentos de trabalhos acabados, visa exibir, principalmente, o produto final.

março a maio de 2004. Teve como público alvo alunos do Curso de Comunicação e Expressão Visual, a partir da 4ª fase do Curso. O curso denominou-se: “Cor no design gráfico”.

Como pré-requisito, foi definido que o público alvo seriam estudantes de Design a partir da quarta fase; com disponibilidade de 5 horas semanais para o projeto, durante dois meses. Esses estudantes deveriam ter acesso a computador conectado à internet e conhecimento básico em algum *software* vetorial e de tratamento de imagem.

As atividades no curso foram planejadas para dois meses, visando o processo de resolução de dois problemas. Os exercícios poderiam ser resolvidos e enviados ao professor durante todo o período de duração do curso. Os exercícios, assim como toda base de conteúdos sobre cor, poderiam ser consultados e acessados de forma independente de tempo e local.

Realizou-se divulgação por correspondência eletrônica e por meio de cartazes fixados nos painéis do Departamento de Expressão Gráfica da UFSC. Houve uma reunião presencial para apresentação do projeto. Após esclarecimentos sobre o funcionamento da plataforma AVA-AD, os sujeitos realmente interessados em realizar o curso deveriam realizar o cadastramento no site do AVA-AD, figura 39.

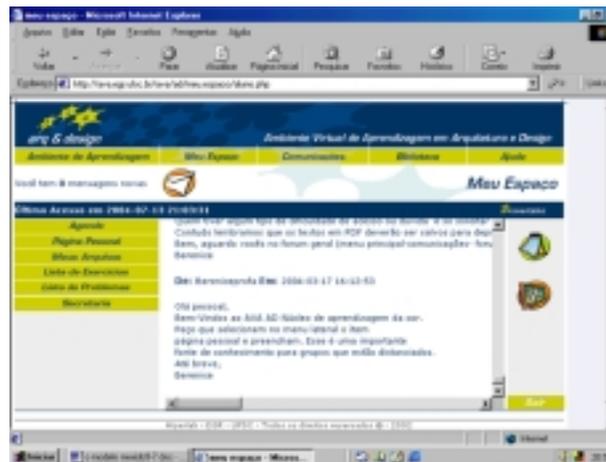


Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 42: Imagem da interface inicial do AVA-AD, anunciando o curso “Cor no design gráfico”.

Sete, das treze pessoas que compareceram à reunião de apresentação, efetivaram seu cadastro. Todos acadêmicos do curso de Design da UFSC, na faixa etária entre 18 a 25 anos, cursando a 4ª, 5ª e 7ª fases.

Após a efetivação do cadastro e a aprovação da senha feita pelo coordenador geral do projeto AVA-AD, os aprendizes tiveram cinco dias para adaptação e reconhecimento do ambiente. Após o “login” eles acessavam a tela “meu espaço” (figura 43) que já dispunha de uma mensagem inicial. Os alunos também poderiam preencher a página pessoal com seu endereço eletrônico, dados biográficos, foto, sites e imagens prediletas, disponibilizando os dados para ser visualizados pelos colegas. A agenda, os conteúdos e exercícios também já estavam disponíveis para consulta. Nesse período inicial os aprendizes puderam navegar pelo site, acessar conteúdos diversos e realizar exercícios.



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 43: Tela meu espaço.

No início do curso já estavam implementados cerca de 10 exercícios interativos que abarcavam conteúdos sobre teoria e aplicação da cor. Estes enfatizavam aspectos de análise e execução de composições cromáticas, segundo princípios de harmonias e contrastes, sobre parâmetros da cor e sobre modelos de cores. Os alunos poderiam resolver individualmente os exercícios e enviá-los para avaliação em qualquer ocasião⁶⁸. As imagens a

⁶⁸ Os exercícios foram desenvolvidos utilizando-se das linguagens HTML (*Hypertext Markup Language*) e PHP (*Hypertext Preprocessor*), o banco de dados MySQL e o Macromedia Flash MX. O Flash MX é um programa inicialmente criado para gerar animações vetoriais e que cada vez mais se volta para o mercado das Rich Internet Applications (RIA). RIA são um aplicativos para internet que proporcionam mais interatividade e produtividade, tornando a aplicação mais intuitiva e atrativa para o usuário. A programação do Flash MX

seguir (figuras 44 a 48) exemplificam telas de conteúdos e exercícios implementadas no site do AVA-AD: núcleo de aprendizagem da cor.



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 44: Interface de conteúdo do núcleo de cor implementado no site do AVA-AD.



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 45: Interfaces de conteúdo do núcleo de cor implementado no site do AVA-AD.

baseia-se na linguagem *ActionScript* 1.0 que proporciona a comunicação com linguagens que rodam no lado do servidor, como o PHP, que permite a integração com bancos de dados como o MySQL.



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 46: Interface de um exercício do núcleo de cor implementado no site do AVA-AD.



Fonte: AVA-AD (2004).

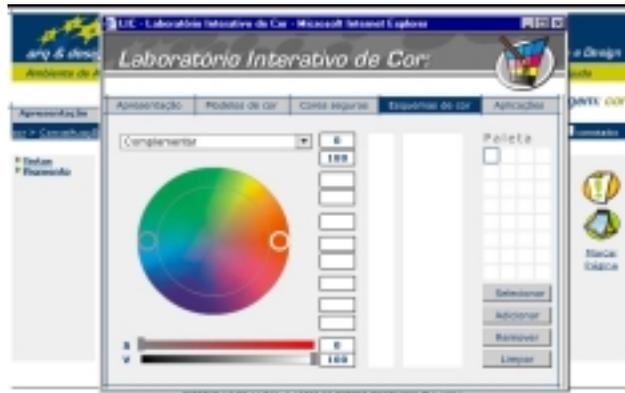
Figura 47: Interface de exercício implementado no núcleo de cor. do AVA-AD.



Fonte: AVA-AD (2004).

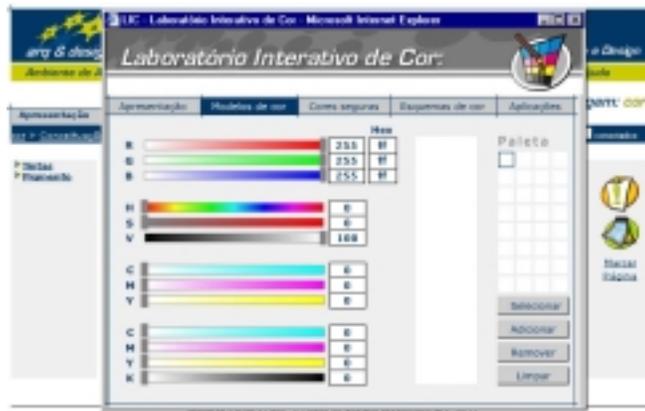
Figura 48: Interfaces de exercícios disponíveis no ambiente.

Como apoio à resolução de exercícios e problemas, o ambiente também disponibilizou laboratório interativo de cor (LIC), figuras 49 e 50. O LIC foi desenvolvido, assim como os exercícios, utilizando-se das linguagens HTML e PHP, do banco de dados MySQL e do Macromedia Flash MX.



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 49: Interface do Lab. Interativo de cor disponível no núcleo de cor.



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 50: Interface do Lab. Interativo de Cor.

5.5.1 O primeiro problema “Cor numa interface”

A partir do dia de 22 de março 2004 iniciou-se o fórum de resolução do problema 1: “cor numa interface”. Foram apresentados o cenário, as dicas, disponibilizados materiais de

apoio, que buscavam subsidiar o conteúdo sobre a cor informação, e o conceito de saturação. Esse primeiro problema, caracterizado como de “nível 1”, foi trabalhado sob forma de discussão no fórum geral da turma. O objetivo principal era avaliar o uso da cor na *home page* da revista digital (figura 51) sob a luz do texto de Guimarães (2003). O autor discorre sobre “as ações positivas e negativas da cor” que pretende informar. Além de abordar o conteúdo objetivou-se, nesse primeiro momento, a interação com a turma toda.

A imagem da interface a seguir mostra a tela de apresentação do primeiro problema. À esquerda estão os dados dos problemas, a saber: objetivos, material complementar, imagens detalhadas e cronograma. À direita, os ícones que levam às dicas, sugestões de estudo, ao fórum de grupos e ao diário de resolução. Ao clicar na imagem, as figuras são ampliadas.



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 51: Imagem da tela de apresentação do problema: “Cor na interface”.



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 52: Imagem da página inicial da revista digital analisada no problema 1.

O quadro a seguir detalha o cenário, os objetivos e os materiais que foram trabalhados junto ao primeiro problema.

Problema 1	Cor numa interface
Cenário	Uma revista digital é publicada mensalmente e tem como foco editorial a abordagem de temas e curiosidades científicas direcionados a um público não especializado. O editor da revista solicitou uma avaliação da <i>home page</i> do site. Visando a otimização do trabalho seu escritório definiu os itens que seriam avaliados. Você e outros dois membros da equipe de designers são responsáveis pela avaliação dos aspectos cromáticos presentes na interface apresentada em anexo.
Objetivos de aprendizagem	- Avaliar o uso da cor na interface apresentada, tendo como base o texto “efeitos positivos e negativos da cor” expostos por Guimarães 2003; - Avaliar os esquemas cromáticos empregados: tipos de harmonias e contrastes; - Identificar a paleta de cores utilizada na interface fornecida.
Material disponibilizado	Texto para o fórum: GUIMARÃES, Luciano. “Os efeitos positivos e negativos da cor”. In: <i>As cores na mídia</i> . São Paulo: Annablume, 2003. Textos de apoio: GUIMARÃES, Luciano. “Cores na tela”. In: <i>As cores na mídia</i> . São Paulo: Annablume, 2003. GUIMARÃES, Luciano. “Cor luz e cor pigmento e sistemas de síntese”. In: <i>As cores na mídia</i> . São Paulo: Annablume, 2003. Textos complementares: MORTON, Jil. “The multi dimensional effects of color on the world wide web”. In: <i>Aic color</i> , EUA: Proceedings of SPIE. Vol. 4421, 2002. NOJIMA, Vera Lúcia. “A propaganda na Web”. <i>P&D Design</i> , anais P&D, 2001.
Cronograma	De 22/03 a 29/03 - Participação no fórum, tendo como base a imagem da interface e o texto básico que aborda aspectos sobre saturação (GUIMARÃES, Luciano. <i>As cores na mídia</i> . Disponível em PDF na tela dos problemas, link material disponível).

Fonte: A autora (2004).

Quadro 12: Cenário, objetivos, materiais de apoio e cronograma disponibilizadas no problema 1: “Cor na interface”.

As discussões desencadeadas no Fórum demonstraram a observação, a leitura, o interesse e o domínio do conteúdo por parte dos aprendizes. A seguir apresenta-se o conteúdo de algumas participações no fórum, avaliando o uso da cor na interface da revista digital, com base em Guimarães (2003):

De: aluno 4 Data: 2004-03-24 15:03:15 Título: Interface

Há saturação do vermelho como informação cromática, possivelmente pela crença de que a saturação pode vir a satisfazer o público popular, já que o perfil desta revista digital é atingir um público variado. Portanto, segundo Guimarães, a preferência estética livre resulta no descompromisso com o uso da cor-informação. O uso intenso e recorrente do vermelho provoca a saturação da retina, tendo assim, uma ação negativa com a pouca comunicação e o excesso de visibilidade. A cor, ao meu ver, está desvinculada de significação intencional, tornando o "layout" da página, como um todo, saturado, produzindo o efeito da anulação. A composição visual não organiza e nem caracteriza a informação, os elementos se confundem. Como consequência, o leitor se tornará menos seletivo.

De: aluno 3 Data: 2004-03-26 10:42:39 Título: Interface

O uso indiscriminado de uma mesma cor em grande proporção, a não ser que a intenção seja chocar, deixa o visual muito pesado e cansativo. Neste caso, o vermelho saturado foi o ponto problemático da interface. Para manter a identidade da revista que necessita da cor vermelha, era essencial o uso dessa cor, porém, em menor escala. Algo que poderia ter sido feito é o uso de uma cor complementar, e o vermelho somente para os itens de mais relevância. Na parte do texto em que está escrito "Aproveite" foi usada a cor amarela, mas somente neste ponto. Isso ocasionou uma certa falta de padronização, já que no restante só foi usada a cor vermelha.

De: aluno 1 Data: 2004-03-26 21:53:20 Título: Quanto à função da cor

Acho que é de se concordar com as mensagens anteriores quanto ao uso indiscriminado da cor vermelha na composição cromática da página, pois além deste uso causar uma saturação no "ambiente", causando fadiga nos olhos de quem navega pela página, a exclusividade no uso desta cor acaba com qualquer noção de hierarquia ou classificação das informações. Segundo GUIMARÃES, este é o maior erro contido na estrutura cromática desta página, pois ao invés do designer ter se utilizado do caráter informativo da cor para organizar informações, seções ou áreas da página, este utilizou indiscriminadamente uma mesma cor na página toda, conseguindo também, através da falta de contrastes e de "movimento" cromático a desatenção e consequente desinteresse do usuário pelo conteúdo da página. Nota-se isto no menu superior, que possui dois tons quase complementares para diferenciar uma opção da outra. Nota-se o mesmo no menu que ocupa a parte direita da página, que parece não possuir critério nenhum na classificação de seus itens, utilizando-se de cores complementares dispersas separadas por tons de outros matizes, não deixando claro nenhuma ordem ou hierarquia.



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 53: Imagem da interface do fórum do primeiro problema “cor na interface”.

As discussões acerca desse primeiro problema duraram uma semana ocorrendo no prazo previsto. A figura 53 exhibe as participações no primeiro fórum. Essa primeira atividade também funcionou como uma adaptação ao ambiente do AVA AD como um todo, pois os alunos poderiam navegar pelo conteúdo e pelas demais ferramentas disponíveis.

5.5.2 O segundo problema “Capa de livro”

O segundo problema, caracterizado como de nível dois no contexto desta pesquisa, previu a intervenção do grupo numa peça já existente. As principais diferenças em relação ao problema anterior dizem respeito à inserção do trabalho gráfico/cromático e ao processo de resolução realizado em pequenos grupos. Aqui a turma foi dividida arbitrariamente pelo professor em dois grupos: o grupo um, com três membros e o grupo dois, com quatro membros.

A figura 54 mostra a interface de apresentação do problema 2 e a figura 55 exhibe a imagem inicial da capa disponibilizada aos alunos. Esta capa foi à base de todas as soluções posteriores.



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 54: Interfaces de apresentação do problema 2 ‘Capa de livro’.



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 55: imagem da capa aberta, objeto de transformação no contexto do problema 2.

Nesse problema, a partir do cenário inicial, os alunos deviam seguir três etapas principais de resolução até encontrarem a solução final. A primeira etapa envolvia leitura e interpretação do cenário, a delimitação do problema e a definição das hipóteses de resolução. A segunda etapa previa o desenvolvimento dos estudos gráficos considerando as hipóteses levantadas pelo grupo. A cada fase eram enviados relatórios utilizando a ferramenta “diário e resolução”. O quadro 13 detalha o cenário, os materiais de apoio e cronograma apresentados para o segundo problema.

Problema 2	Capa de livro
Cenário	Um escritório de Design desenvolveu o projeto editorial e gráfico de um livro didático de Matemática destinado ao público de 5ª série do ensino fundamental. O projeto foi norteado a partir dos conceitos de dinamismo, aprendizagem lúdica e colaboração. Considerando a demanda de público, e assim a ampla tiragem, o projeto será impresso no processo offset. Os estudos da capa já estavam praticamente acabados quando o cliente entrou em contato com escritório solicitando a redução nos custos de impressão. Quanto ao miolo não haverá problema, pois já estava projetado em uma cor. Mas, a proposta inicial da capa que seria impressa em policromia deverá ser revista.
Objetivos de aprendizagem	- Formular uma solução gráfico/cromática para o problema proposto de modo a atender as especificidades da cor em relação a conceitos, processos técnicos e custos, tendo em vista o cenário apresentado. Específicos: - Aprofundar, a partir das leituras recomendadas, as características da impressão offset em policromia e em cor especial. Diferenciar bicromia e duotone; - Identificar o potencial expressivo e as vantagens em termos de custos para projetos desenvolvidos em duas cores (tendo em vista o processo de impressão offset); - Relacionar cor e estrutura formal; - Pesquisar esquemas de contraste e harmonia; - Determinar as cores empregadas na proposta gráfica final com base numa escala impressa; - Simular e justificar os resultados gráfico/cromáticos conseguidos.
Material disponibilizado (artigos, textos de apoio, imagens)	Imagens da capa Textos: LOPES, Borges André. "Use e abuse de cores especiais". <i>Publish</i> julho/agosto 2003. ano 11, n.67 .p 48-55 LOPES, Borges André. Nem tudo que tem duas cores é duotone. <i>Publish</i> , ano 8 nº. 50, p. 58-60. MELLO, Homem de. "O Design editorial na 6ª Bienal de Design Gráfico". <i>Revista ADG</i> , n.26. julho de 2002, p. 40-47. SCOREL, Ana Luiza."Identidade e legibilidade no produto gráfico". In: <i>O efeito multiplicador do Design</i> . São Paulo: SENAC, 2000.
Avaliação	Participação on-line: 40% Relatórios sobre o processo de resolução: 60% (1º. 10%, 2º. 20%, 3º. 30%).
Cronograma	Etapa 1: de 30/03 a 12/04 - execução da primeira etapa de resolução do problema. Verificar as orientações no ícone "dicas". 12/04 - envio do relatório da primeira etapa de resolução do problema ao professor. Esta fase é teórica. Etapa 2: de 13/04 a 19/04- desenvolvimento da segunda etapa da resolução do problema "capa de livro". 19/04 - envio do 2º relatório para o professor. Este relatório é gráfico/ teórico. Etapa 3: de 26/ 04 a 31/04 - realização da terceira etapa de resolução do problema "capa de livro". Finalização. 31/04 a 04/05 - entrega do relatório da 3ª etapa. Publicação das propostas finais no site. Debate em grande grupo sobre os resultados.

Fonte: A autora (2004).

Quadro 13: Cenário, objetivos, materiais de apoio e cronograma do problema 2 “Capa de livro”.

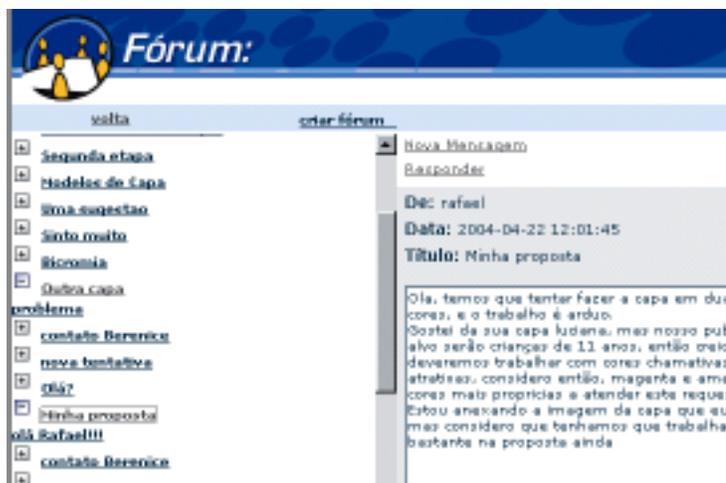
A resolução deste problema envolveu a discussão e aplicação de conceitos e técnicas recorrentes sobre a cor no âmbito das artes gráficas. Conceitos tais como cor especial⁶⁹, bicromia⁷⁰ e duotone⁷¹ foram também trabalhados a partir dos textos (artigos) indicados no link “material de apoio”. Consultas à literatura da área mostram que existem semelhanças e especificidades em relação a cada técnica, mas que a posição dos autores nem sempre é clara. Observa-se que a delimitação desses conceitos também depende dos recursos técnicos dominantes em cada período.

A interação no fórum de grupos foi muito produtiva. Pelas colocações da turma e o desenvolvimento das soluções cromáticas percebe-se o pleno envolvimento com o problema. Apresenta-se a interface do fórum a seguir e alguns exemplos dos comentários acompanhados de imagens geradas pelo grupo 1:

⁶⁹ Normalmente as **cores especiais** são usadas em materiais impressos com uma, duas ou três cores. Nesse caso cada cor é aplicada isoladamente no processo de impressão. Ou seja, para imprimir um cartaz que use duas tintas especiais – verde e laranja, por exemplo – a gráfica precisa comprar ou fabricar as tintas nas cores exatas e coloca-las na(s) máquinas impressoras, especificamente para esse trabalho. Por outro lado, as tintas especiais garantem uma boa estabilidade cromática para os impressos (evitando variações de tonalidades entre os diversos lotes de produção) e, por isso, são muito empregadas em folhetos corporativos, na reprodução de marcas e logotipos (LOPES, 2003, p. 48).

⁷⁰ A ADG (2003) explicita que bicromia é o processo de impressão a cores no qual se utiliza dois clichês ou fotolitos, ou quaisquer outros pares de matrizes reticuladas, cada uma entintada com cores diferentes. A superposição de tintas permite a obtenção de novos tons e cores. O mesmo que duotone. Para Carramilo Neto (1997) bicromia é a impressão em duas cores a partir de uma foto PeB, no qual o original é fotografado duas vezes, uma para o preto e outra para a cor. Fonseca (1990, p.12) diz que **bicromia** consiste no processo de impressão em que a imagem é impressa em duas cores que se misturam ou combinam em tonalidades. Quando não existe mistura de cores, chama-se simplesmente trabalho a duas cores. Segundo Craig (1987) **bicromia** refere-se ao meio-tom em duas cores feito a partir de uma fotografia em branco e preto. Uma chapa é feita para o preto pegando as áreas de alta luz e sombras; uma segunda chapa é feita para a segunda cor, pegando os tons médios. Quando impressas essas duas chapas produzem uma reprodução de cor com uma total gama de cores monocromáticas em tons médios. A **bicromia de duplo preto** ocorre quando ambas as chapas são impressas em preto, e a **bicromia falsa** refere-se a impressão de um meio tom preto sob um fundo uniforme da segunda cor (CRAIG, 1987, p. 177).

⁷¹ O termo **duotone** é apresentado de diferentes formas na literatura especializada da área. A ADG (2003) trata duotone como sinônimo de bicromia. Oliveira (2000, p.24) também diz que quando duas tintas simulam os meios-tons intermediários entre elas, através das retículas formam uma bicromia e que esta também pode ser chamada de duotone. Já para Lopes (2003) o termo **duotone** é empregado em artes gráficas para designar um tipo especial de impressão de imagens, onde duas (ou mais) tintas são utilizadas para melhorar a definição e dar uma tonalidade às fotos preto e branco. Segundo Lopes (2003, p.58) o **verdadeiro duotone** é feito a partir de um mesmo arquivo, em que apesar de existir um mesmo canal de cor, dá origem a dois fotolitos com tons e retículas diferentes, criando diferentes progressões tonais. O **falso duotone** envolve a impressão de uma imagem (geralmente PB) sobre uma retícula uniforme de um determinado tom. O **falso duotone** resulta em menos contraste e definição para a imagem.



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 56: Interface do fórum do grupo 1 ao longo do processo de resolução do problema 2.

De: aluno 6 Data: 2004-04-05 12:57:09 Título: Orçamentos

A primeira vista parece-me mais viável executar uma bicromia para resolver a capa. Mantendo a predominância do CIANO. Com a outra cor (MAGENTA, por exemplo) se jogaria com porcentagens para fazer as variações de tonalidades e ainda misturas com CIANO. Seria necessário um orçamento para verificar efetivamente se é mais viável em bicromia CM ou uso de duas cores especiais.

De: aluno 5 Data: 2004-04-05 19:46:51 Título: Capa-problema

Considero o uso de alguma ilustração (como o exemplo dos números estilizados da capa-problema, por exemplo) muito importante para o projeto de uma capa de um livro de matemática voltado ao público infantil. E isso requer um uso em maior quantidade de cores. Poderia ser usado uma tricromia, o que diminuiria o custo em relação à policromia usada. No entanto, o que diminuiria ainda mais o custo seria a bicromia, mas acho um tanto inadequado essa solução para tal projeto.

De: aluno 5 Data: 2004-04-05 19:58:51 Título: capa-problema1

Explicando melhor, a bicromia pode ser utilizada se for encontrada alguma solução para a questão de dinamismo que a capa do livro requer. É essencial para uma capa de livro de matemática de 5ª série despertar algum interesse nos alunos e não afugentar ainda mais, sendo monótona e desinteressante. Por isso concordo com sua opinião, aluno 6, em usar o ciano em maior quantidade e usar o magenta..

De: aluno 5 Data: 2004-04-20 20:44:31 Título: Olá?

Bem, na minha proposta foi usado C 100 e M 50 na capa e nas faixas C 20 e M 100. Vou esperar os comentários do grupo para iniciar outras soluções. Prof. Berenice, não entendi mt bem o que vc propôs quando disse para eu tentar compensar o contraste dos números... A professora pode me dar alguma dica? Obrigada :)

De: aluno 5 Data: 2004-04-26 17:25:25 Título: outra proposta.

Nessa imagem usei o azul C70 M20 e o magenta C20 M85. Nas faixas continuei usando C10 M100. Achei esse azul e o da proposta anterior um pouco "desbotados"... espero críticas e sugestões.. no entanto, n temos mt tempo, então temos hj e amanhã para decidir a capa-final!!



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 57: Estudos para capa desenvolvidos pelo aprendiz 5.

De: aluno 7 Data: 2004-04-26 08:24:56 Título: Minhas propostas

Olá pessoal,vou colocar duas propostas que eu fiz, depois eu coloco no diário, vou anexar primeiro a que eu fiz com ciano e amarelo e a outra com amarelo e magenta... espero que dê novas idéias ao grupo.



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 58: Estudos para capa desenvolvidos pelo aprendiz 7.

Os participantes deste grupo trocaram mensagens e desenvolveram soluções cromáticas ao longo de todo o período. As propostas eram produzidas e anexadas às mensagens do fórum possibilitando a visualização e o acompanhamento do “raciocínio gráfico/cromático” de cada membro. Percebe-se nas imagens a evolução e a diversidade de soluções. Nesse grupo dois alunos mostraram-se mais assíduos.

O professor acompanhou todo o processo de resolução no fórum e muitas vezes participou esclarecendo, incentivando, sistematizando algum ponto ou lembrando dos prazos de envio dos relatórios, como mostra a mensagem a seguir:

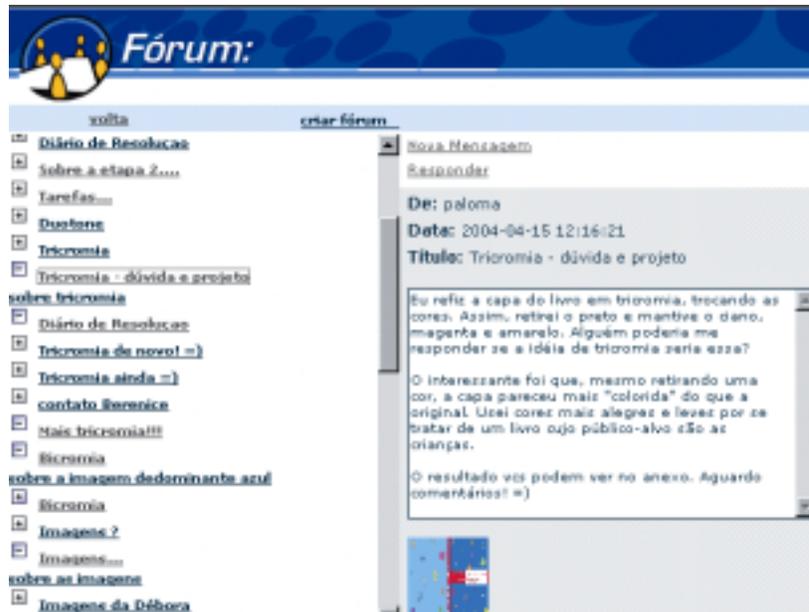
De: profª Data: 2004-04-22 16:28:00 Título: contato Berenice

Olá grupo um!!!

Esse é o momento de vocês colocarem as propostas no diário de resolução com um comentário, objetivando montar o relatório da etapa dois. A próxima etapa é mais complexa, pois vocês devem começar a refinar as soluções buscando a melhor alternativa. Lembrem de retomar o contexto do problema, os conceitos orientadores do projeto, público, frequência no uso do material, custo etc. Vejam os textos no material de apoio... Vocês podem também trocar arquivos. Procurem acrescentar no texto escrito os valores de CMY (com referência em uma escala impressa) que estão usando. A imagem no monitor engana muito. Estamos na etapa final!!! Bom trabalho, Abraço,
Berenice

Com base nos estudos realizados e nas discussões do fórum, os alunos aprimoraram as soluções apresentadas, modificaram e realizaram adaptações. Na última etapa de resolução, eles avaliaram a melhor solução em relação ao problema apresentado, resgatando os aspectos conceituais e de viabilidade, destacando pontos positivos e negativos de cada estudo e optando pela proposta mais adequada. Aqui, incentivou-se a fundamentação das escolhas, aspecto que, quanto ao uso da cor, costuma acontecer apenas no âmbito estético ou segundo o “gosto” de quem produz.

Apresentamos a seguir a interface do fórum do grupo 2 (figura 59) e o conteúdo das mensagens das participações:



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 59: Interface do fórum do grupo 2 sobre o problema “Capa de livro”.

De: aluno 1 Data: 2004-04-06 23:40:58 Título: Bicromia

Achei bem postas as duas colocações anteriores, porém, acho que uma solução legal seria a utilização de uma bicromia. Através da bicromia, utilizando por exemplo o Magenta e o Amarelo, conseguimos três cores "chapadas", que são as duas cores puras e a mistura 100 por cento das duas, que forma o vermelho. Isto mesclado aos meios tons provenientes de outras combinações, em outras porcentagens, nos oferece uma gama enorme de possibilidades e um custo bastante reduzido se comparado a uma utilização de cores especiais.

Este grupo mostrou-se mais dinâmico e com maior facilidade de organização, Facilmente definiam papéis, funções e ações em função dos objetivos comuns. As mensagens a seguir elucidam tal aspecto:

De: aluno 1 Data: 2004-04-08 15:20:15 Título: Diário de Resolução

Grupo, pesquei a maioria das propostas que foram citadas no nosso pequeno fórum e enviei para o diário de resolução.

De: aluno 3 Data: 2004-04-12 14:49:28 Título: Sobre a etapa 2....

Se ninguém se opor, eu gostaria de propor a divisão das possibilidades de resolução do problema 2 da seguinte maneira:

* Bicromia;* Tricromia;* Duotone;

Eu gostaria de aprofundar a bicromia, alguém mais poderia fazer isto comigo, e outros dois membros aprofundar cada uma das outras duas soluções, o que vocês acham?
Abraços a todos...

Ao longo das participações no fórum foi possível verificar momentos muito positivos, considerando as reflexões desenvolvidas pelos alunos. Estes integravam conteúdos e preocupavam-se com a viabilidade das soluções. As mensagens a seguir mostram uma interessante abordagem quanto ao uso da tricromia revelada na interação entre alunos mais maduros com os menos experientes:

De: aluno 2 Data: 2004-04-15 12:16:21 Título: Tricromia - dúvida e projeto

Eu refiz a capa do livro em tricromia, trocando as cores. Assim, retirei o preto e mantive o ciano, magenta e amarelo. Alguém poderia me responder se a idéia de tricromia seria essa? O interessante foi que, mesmo retirando uma cor, a capa pareceu mais "colorida" do que a original. Usei cores mais alegres e leves por se tratar de um livro cujo público-alvo são as crianças. O resultado vcs podem ver no anexo.guardo comentários! :)



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 60: Estudos para capa desenvolvidos pelo aprendiz 2.

De: aluno 3 Data: 2004-04-15 15:22:29 Título: sobre tricromia

Aluno 2, creio que fizeste certo em relação a tricromia, 3 cores da escala Europa. Gostei do resultado, ficou bem colorida, sem exageros. Só uma coisa acho que não ficou muito boa, a barra vermelha escura, acho que poderia ser um pouco mais clara; e os elementos azuis (nome do autor e os números "1"s que substituem os "i"s no título lateral.) sobre a área vermelha também causam um contraste muito acentuado, prejudicando um pouco a leitura. Uma sugestão é a substituição do vermelho por verde. Olhando a tabela impressa sugiro algumas cores: C70 M10 Y80 / C90 M0 Y70.

Era isso :-) aluno 3

De: aluno 7 Data: 2004-04-14 14:07:10 Título: Sinto muito

Olá pessoal, sinto muito pela ausência, tive problemas pra carregar o site, principalmente o fórum, mas vou tentar participar mais ativamente. O que posso acrescentar ao trabalho da capa é que na semana retrasada fiz vários orçamentos para as capas das apostilas do SENAI SC, e constatei que, pelo menos na Coan, a diferença de três pra quatro cores foi bastante pequena. Seria o caso de tentar convencer o cliente da viabilidade da policromia ou partir pra duas cores...

De: aluno 2 Data: 2004-04-26 23:20:05 Título: Outra proposta

Como a minha proposta foi de tricromia, e sabemos que esta não tem muita diferença de economia em relação à quadricromia...acho que eu poderia ajudar alguém a aprofundar alguma outra proposta.
Alguém precisa de ajuda? :)

De: aluno 1 Data: 2004-04-27 15:54:00 Título: Ajuda

Aluno 2, se quiser podemos trabalhar juntas na proposta 2, de duotone, mandarei meu arquivo para o seu mail que está na página pessoal, ok?
Um abraço, aluno 1

A resolução do problema dois envolveu intensas trocas e estudos. Para finalização os participantes deveriam escolher a solução mais adequada segundo o contexto do problema. A seguir um exemplo do encaminhamento final no fórum e a solução do grupo 2.

De: aluno 1 Data: 2004-05-05 18:20:28 Título: escolha

Também tive problemas de acesso, e só hoje consegui dar sinal de vida.
Acho que o encontro ontem foi bem produtivo, pois tivemos oportunidade de dizer o que estamos achando de todo esse processo. E para ajudar em possíveis melhorias. A proposta está aí, trabalhei bem nela, sendo o resultado de várias experimentações, não do acaso, como vcs mesmos acompanharam a evolução da idéia. E era isso, vamos esperar mais o voto do Extremo, para colocar nossa alternativa no fórum geral e em nosso diário.
Obrigada pelos votos ;-)Aluno 2



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 61: Proposta final para a capa desenvolvidos pelo grupo 2 .

De: aluno 1 Data: 2004-05-06 16:59:59 Título: Proposta no fórum

peessoas, anexei minha proposta no fórum geral, e no diário de resolução. ok?
Um abraço, aluno 1.

No fórum de grupos o trabalho mostrou-se mais produtivo. Inicialmente, foram agendados dois encontros no *chat*, mas poucos aprendizes compareceram. Houve problemas de horário e acesso. Os encontros no *chat* ocorreram em pequenos grupos e não foram significativos para decisões do grupo.

Os resultados mostram que um mesmo problema pode ser resolvido de diferentes formas. Os alunos aprendem a defender suas idéias e pontos de vista, gerar argumentações e lidar com a diversidade. Durante o curso, o acompanhamento do professor foi fundamental no sentido de perceber as sutilezas de cada momento, de fazer as colocações da forma mais adequada. Embora nenhum dos alunos tivesse participado de experiências dessa natureza anteriormente, todos demonstraram naturalidade no processo de comunicação a distância.

Quanto às soluções cromáticas desenvolvidas para a capa, houve nítida evolução qualitativa em relação à escala de cores utilizada, os ajustes em termos de saturação e mesclas dos tons na composição. As discussões sobre o número de cores e o processo offset também fizeram os alunos que estavam desenvolvendo estudos em três cores observar que estes não seriam muito vantajosos, tendo em vista o contexto do problema que pedia a redução de custos na impressão.

O ritmo de trabalho dos dois grupos foi diferenciado. O grupo dois (com quatro membros) foi mais participativo e presente ao longo de todo o processo. Isso se revelou na qualidade do trabalho. Outro aspecto é que, já nas fases iniciais de resolução, um membro assumiu a liderança do grupo. O grupo um (com três membros) apresentou um bom nível de participações, mas estas foram mais distanciadas, gerando menos coerência durante a resolução dos problemas.

5.5.3 A avaliação no âmbito do curso “Cor no design gráfico”

A avaliação teve um enfoque formativo⁷². Considerou-se processo e produto. Assim, os relatórios enviados através da ferramenta “diário de resolução” mostraram grande

⁷² Na avaliação formativa, obtêm-se informações acerca do desenvolvimento de um processo de ensino aprendizagem, com a finalidade de fazer ajustes e adequações ao grupo de alunos. Este tipo de avaliação provoca um relacionamento intenso entre professor e aluno, facilitando o diálogo, proporcionando segurança e confiança ao aluno (FLEMMING, 2003, p. 97).

potencial para avaliação. Após a finalização de cada etapa, o grupo enviava o relatório ao professor. Este lia, inseria um parecer de avaliação, indicava sugestões, bibliografia e remetia-os aos grupos. Essa ferramenta demonstrou ser um interessante passo em direção a um processo de comunicação mais efetivo com o professor.



Fonte: AVA-AD (2004).

Figura 62: Imagem da interface do diário de resolução.

Para avaliação dos resultados e discussões finais utilizou-se o fórum geral da turma. Cada grupo apresentou sua opção, acompanhada de justificativa, e todos os participantes da turma puderam observar e comentar. O professor promoveu uma síntese dos assuntos abordados ao longo do problema e comentou sobre o ritmo de trabalho de cada grupo. O grupo 1 foi menos assíduo, tendo mais dificuldade de acompanhar o processo e tomar a decisão final. Já o grupo 2, teve uma participação muito ativa e contínua conseguindo, naturalmente, chegar a um consenso sobre a melhor solução para o problema.

Para uma avaliação mais precisa, considerou-se a participação no processo de resolução dos problemas e a realização dos exercícios. Em cada problema adotou-se os seguintes pesos:

- Problema 1: 100 % da avaliação foi baseada na participação no fórum geral da turma;
- Problema 2: 60 % foi baseada nos relatórios enviados pelo grupo e 40% na participação no fórum de pequenos grupos;

A avaliação do processo de aprendizagem, no âmbito do curso cor no Design Gráfico, foi finalizada considerando os seguintes pesos: 20% correspondeu à realização dos exercícios e 80% correspondeu a resolução de problemas (20% para o problema 1 e 60% para o problema 2). Cita-se como exemplo o aluno 1: este realizou corretamente todos os exercícios enviando-os no prazo determinado e garantindo 20% da nota. Contudo, o aluno 1 não participou do fórum do primeiro problema. Já no processo de resolução do problema 2 teve excelente desempenho, tanto no fórum de grupo, quanto no diário de resolução atingindo a avaliação máxima (60%). Assim o aluno 1 apresentou média final 8,0.

A tabela a seguir exibe os conceitos obtidos pelo grupo:

Alunos	Conceito
Aluno 1	B
Aluno 2	A
Aluno 3	B
Aluno 4	B
Aluno 5	A
Aluno 6	B
Aluno 7	C

Fonte: A autora (2004).

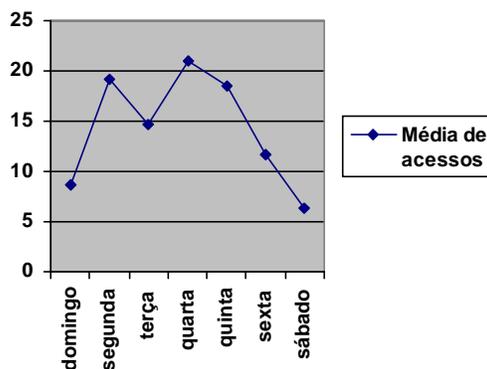
Quadro 14: Avaliação final dos alunos.

5.5.4 Conclusões sobre curso de extensão “Cor no design gráfico”

Para avaliação do curso “Cor no design gráfico” utilizou-se a estrutura planejada no AVA-AD para levantamento de dados sobre acessos e participações em fórum, e um

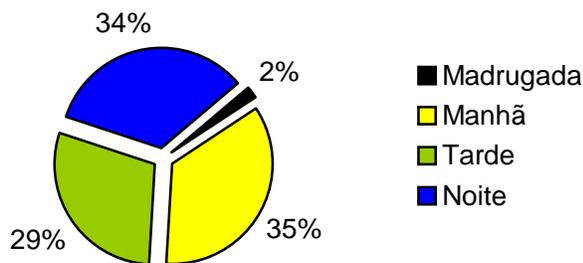
instrumento de avaliação (apêndice A) aplicado após uma reunião presencial de avaliação, realizada no dia 04.05.2004, ao final do segundo problema proposto no cronograma do curso.

Do grupo de aprendizes envolvidos no curso, a maioria possuía conexão em banda larga e acessava o site do AVA-AD de casa. Segundo estatísticas do sistema no período do curso ocorreram um total de 506 acessos. O gráfico a seguir (figura 63) mostra que os acessos aconteceram principalmente durante a semana (as segundas, quartas e quintas-feiras) quase de forma equilibrada entre os turnos da manhã, tarde e noite (figura 64).



Fonte: A autora (2004).

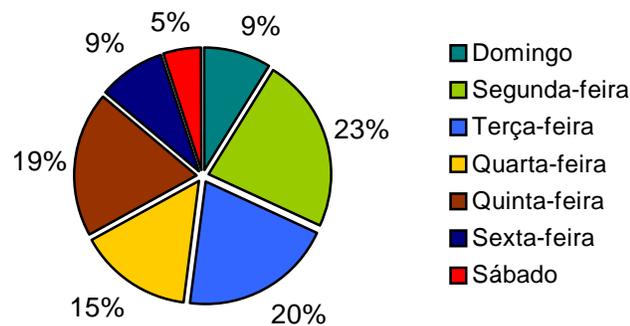
Gráfico 1: Média de acessos considerando os dias da semana.



Fonte: A autora (2004).

Gráfico 2: Média de acessos ao curso considerando o turno.

Segundo dados levantados pelo sistema o envio de mensagens aos fóruns foi mais freqüente nas segundas, terças e quintas-feiras como exhibe a figura 65. Observa-se que este grupo de sujeitos, jovens acadêmicos de Design, com menos de vinte e cinco anos, pouco acessavam o site nos finais de semana.



Fonte: A autora (2004).

Gráfico 3: Envio de mensagens aos fóruns considerando os dias da semana.

Considerando o levantamento das respostas do questionário aplicado na reunião de avaliação, todos os participantes consideraram os temas abordados nos problemas relevantes e pertinentes à área de Design Gráfico. O primeiro problema, “Cor numa interface”, foi considerado significativo para a formação do designer. A maioria dos participantes considerou clara a forma de apresentação do problema. O material disponibilizado foi classificado como pertinente por todos os aprendizes, contribuindo para a fundamentação das participações no fórum.

Os alunos destacaram que, inicialmente, as participações do fórum demoraram para ser efetivadas, mas quando surgiram, apresentaram grande qualidade. Dizem ainda que as participações foram bem específicas, revelavam a fundamentação de leitura e consenso do grupo na avaliação da interface. “Pode-se observar o conhecimento anterior de conteúdo e os comentários foram bem fundamentados”, relatou uma estudante.

Quanto ao segundo problema, “Capa de Livro”, o material disponibilizado foi considerado adequado, entretanto um dos participantes sentiu falta de mais materiais de apoio. Os textos e informações sobre bicromia e duotone receberam destaque, visto que “são assuntos específicos e não muito explorados na faculdade”. O material sobre duotone foi “fundamental para se chegar a uma resolução na proposta inicial”. Um aprendiz explicitou:

“gostei muito do texto que falava do duotone e da bicromia, sempre tive dúvida sobre essa diferença”.

A participação on-line foi considerada de qualidade. Quando questionados se haviam participado ativamente dos encaminhamentos do grupo e das discussões do fórum, a maioria dos entrevistados respondeu afirmativamente. A maioria do grupo (5 dos 7 membros) respondeu que desenvolveram ativamente estudos cromáticos e discutiram com o grupo. Todos afirmam que a escala CMYK, impressa, foi uma importante referência para definição das cores.

Em relação ao uso da ferramenta “diário de resolução”, a maioria dos alunos respondeu que esta contribuiu para o processo de resolução do grupo, pois permitia a “organização das idéias ajudando a criar um método próprio para o grupo e dando uma visão global do assunto”. Outro aspecto positivo do “diário de resolução”, destacado pelo grupo, refere-se à possibilidade de visualização de todas as imagens em um mesmo local, para análise. Apenas um aprendiz, que participou de forma mais esporádica do processo, disse não ter entendido plenamente o objetivo desta ferramenta. Outro membro comentou que houve uma certa dificuldade no processo de escolha do integrante do grupo que iria colocar as idéias no diário.

Sobre o uso da ferramenta “Bate Papo AVA” (*chat*), todo o grupo explicitou que esta pouco contribuiu para a tomada de decisão final. Eles destacaram que houve pouca utilidade da ferramenta em razão da incompatibilidade dos horários de utilização por parte dos integrantes do grupo e algumas dificuldade de acesso.

Todos consideraram a estratégia pedagógica ABP (aprendizagem baseada na resolução de problemas) interessante, considerando os temas abordados.

Quando questionados sobre o nível de interação geral do grupo no desenvolvimento das atividades e qualidade das soluções gráfico/cromáticas nesta experiência, disseram que foi significativo ou muito significativo. Destacaram que os comentários dos colegas foram pertinentes e essenciais para a o aprimoramento das soluções gráficas, ajudando na resolução dos problemas. Um aprendiz disse que sentiu alguma dificuldade no processo, mas teve um bom retorno e um aprendizado muito relevante, por suas particularidades.

O grupo foi questionado sobre a real carga horária utilizada na resolução dos problemas. No problema 1, a maioria indicou que trabalhou de uma a três horas semanais. Já no problema 2, o grupo trabalhou de quatro a seis horas semanais. Muitos salientaram que o segundo problema exigiu mais tempo devido a seu caráter prático e que o tempo de atividades

off-line foi superior ao on-line. As atividades de geração de alternativas gráficas e as leituras indicadas envolveram mais tempo.

- **Sobre exercícios, conteúdos e a experiência, como um todo**

Com relação aos conteúdos, a maioria dos entrevistados respondeu que visitou muitas telas e que os conteúdos estão apresentados de forma clara e sistemática. A interface dos problemas, exercícios e conteúdos foi considerada amigável por todos os aprendizes.

O nível de complexidade dos exercícios foi considerado médio e adequado para revisão dos conteúdos básicos de teoria da cor. Ressalta-se que os exercícios poderiam ser resolvidos, enviados ao professor e devolvidos com indicações para aprimoramento. Essa sistemática foi muito positiva gerando um canal direto de comunicação entre professor e aluno. De forma geral acreditava-se que todos os exercícios seriam resolvidos simultaneamente aos problemas, mas isto não ocorreu.

Quando perguntados sobre outros temas, problemas e/ou conteúdos que poderiam compor o modelo, foram sugeridos temas como: cor e sistemas de identidade visual (unidade cromática), cor e aspectos culturais, cores especiais e suas aplicações (impressos), fechamento de arquivos e cor nas artes visuais.

Todos os participantes consideraram o diálogo com o professor significativo para o encaminhamento e evolução das atividades e as discussões. Mas, destaca-se que o auxílio do professor não foi solicitado com muita frequência, pelo link “ajuda”. O apoio técnico também foi pouco solicitado pelo grupo. Sobre a experiência, como um todo, os participantes foram convidados a fazer comentários, sugestões. Assim, destacaram os seguintes pontos:

o fórum é muito útil e interessante para a aprendizagem, mais que o *chat*.

a experiência foi muito produtiva por ser uma nova maneira de fixar os conteúdos e aprofundar as teorias. Faço uma sugestão: deve haver registro no fórum da entrada dos participantes mesmo sem mandar mensagens.

Creio que poderia se pensar em caminhos para problemas e exercícios mais práticos visto que são partes acessadas com mais frequência.

Acho que os recursos existentes são muito bons, como por exemplo o bate-papo AVA, que possui recursos que eu nunca havia encontrado antes em outros *chats*, porém eles nem sempre funcionavam. Achei o site um pouco difícil de se entender no começo, antes de me acostumar com ele foi difícil de encontrar os botões e links que

eu precisava. Acho que isso poderia ser resolvido com a criação de um menu mais geral, abrangente.

Foi de grande proveito a participação nesse projeto, pois pude observar na prática a resolução e conceituação dos problemas. O único problema que observei foi a necessidade de desenvolver uma comunicação fluente nos fóruns. “Houve também problemas no *chat* (incompatibilidade de horários dos membros do grupo) e um membro do grupo teve problemas para anexar suas imagens. Mas considero de grande importância essa experiência, e posso afirmar, que aprendi muito com os materiais, discussões e resoluções desses problemas.

Comparando a síntese das respostas dos alunos com os dados registrados pelo sistema do AVA-AD e pelas observações realizadas ao longo do curso, concluiu-se que:

1. A participação dos aprendizes mostrou-se de fato fundamentada pelo material de apoio fornecido junto aos problemas. Em nenhum momento observaram-se colocações aleatórias ou descomprometidas com o contexto do problema em questão;
2. Os temas dos problemas, a forma de apresentação e os materiais de apoio foram considerados pertinentes pelos aprendizes. A escala CMYK, impressa, distribuída no início do curso, foi um importante elemento para desenvolvimento das atividades;
3. A ABP mostrou-se uma interessante estratégia de aprendizagem e obteve reconhecimento por parte da turma;
4. O fórum foi ressaltado como a principal ferramenta nesse processo de aprendizagem. Destaca-se que no fórum do AVA-AD, a cada mensagem, os alunos podiam anexar e visualizar as imagens que eram objeto de discussão e de trabalho colaborativo;
5. A ferramenta “diário de resolução” auxiliou no processo de resolução dos problemas e nas fases finais de decisão. Contudo, percebe-se a necessidade de que esta seja melhor explorada nas etapas iniciais do curso;
6. A estimativa de carga horária semanal para a resolução dos problemas cromáticos no curso “Cor no design gráfico” foi adequada. No plano de ensino constavam 5 horas semanais e os alunos responderam que investiram de quatro a seis horas semanais no processo de resolução do problema 2. Contudo, o ritmo

geral das atividades foi mais lento, fato já alertado pela literatura de EAD⁷³. O cronograma do problema 1, mais simples e curto, foi cumprido nas datas definidas. Contudo, a resolução do problema 2 foi prorrogada por duas semanas. A segunda e a terceira etapa demoraram mais do que o previsto, em parte pela dificuldade de organização dos grupos, mas também pela viagem de vários alunos à Bienal de Design Gráfico em São Paulo, na mesma época;

7. A estratégia de iniciar as atividades do núcleo com um problema de nível um, usando menos ferramentas do ambiente, mostrou-se adequada, pois permitiu uma fase de breve adaptação. O problema 2 exigia trabalhos gráficos e leituras, demandando mais tempo e maior domínio das ferramentas no ambiente: fórum geral, fórum de grupos e o “diário de resolução”;
8. Problemas e exercícios não foram realizados simultaneamente. Embora os alunos pudessem realizar os exercícios independentemente de local e hora, imaginava-se que eles seriam resolvidos paralelamente à atividade de resolução de problemas, mas isso não se confirmou. Ou seja, os alunos realizavam aquilo que era objeto de discussão e o que estava definido em cronograma. Muitos participantes, ao final do curso, tiveram que ser lembrados da necessidade de realização dos exercícios para fechamento da avaliação. Contudo, destaca-se que os exercícios apresentam um bom nível de interação entre aluno e professor pois a cada exercício, existem “caixas de texto” para inserção de comentários e pareceres, possibilitando um *feedback* imediato e oportunizando correções (frente ao parecer do professor o aluno pode refazer e reenviar as respostas);
9. Problemas técnicos foram pouco tolerados pelo grupo. Problemas ocorridos com o *chat* “Bate papo AVA” deixaram a impressão de que a ferramenta não contribuiu em nada para o trabalho;
10. Comparando a atuação dos dois grupos no curso, o grupo de quatro componentes desempenhou de forma mais pertinente as atividades de resolução de problemas gráfico-cromáticos.

Com a experiência realizada pode-se observar que, em cursos mais longos, a transição de um problema para outro, pode ser complexa. Deve-se evitar a sensação de ruptura ou fragmentação. Os alunos devem perceber essa transição como uma passagem

⁷³ A literatura da área de EAD explicita que um curso virtual leva duas ou três vezes mais tempo que o presencial (PALLOFF; KEITH, 2002).

natural e a inter-relação entre os temas abordados pelos problemas. Um “clima” de expectativa sobre os problemas seguintes também pode gerar curiosidade e estimular o grupo a continuar os trabalhos.

No início do curso “Cor no design gráfico”, o maior temor da equipe do projeto referia-se à possibilidade de abandono por parte dos participantes. Para nossa satisfação todos os alunos que começaram em 17.03.04 finalizaram o curso e participaram das avaliações em 04.05.2004. Esse dado comprova o que a literatura tem destacado. Quando a aprendizagem virtual envolve colaboração, co-responsabilidade e noção de integração, o grupo permanece, demonstra envolvimento e há indicadores de qualidade no processo de aprendizagem.

6 CONCLUSÃO E INDICAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 Conclusão

Esta pesquisa buscou subsídios para construir um modelo do “núcleo de aprendizagem da cor aplicada ao design gráfico” no contexto do projeto “Ambientes Virtuais de Aprendizagem em Arquitetura e Design”. Partiu-se da revisão bibliográfica exposta nos capítulos dois e três e da análise de cursos existentes para, posteriormente, estruturar e validar o modelo.

Inicialmente, foram explorados pressupostos teóricos sobre aprendizagem, as estratégias pedagógicas baseadas na ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas – e a importância da interação no desenvolvimento das atividades. A mediação no processo educacional não se dá apenas a partir do uso de ferramentas, mas também a partir dos códigos e relações sociais. A educação on-line apresenta grande potencial para o aprendizado colaborativo. Destacou-se a importância da vinculação do conhecimento novo com uma base já existente e que esse processo não é automático, pois resulta de uma postura ativa do aluno que reorganiza e enriquece o próprio conhecimento.

Num segundo momento, focalizou-se o fenômeno cromático. Evidenciou-se que este é mais que um conjunto de regras físicas e metafísicas e requer um entendimento de óptica, processamento neural e cognição dos sistemas de representação e de recepção. Abordaram-se as principais teorias da visão cromática (tricromática, canais oponentes) e da complexidade do processamento cerebral.

Para o designer gráfico, o conhecimento das características e aplicações de cada sistema cromático (RGB, CMYK, *Munsell System*, o *NCS*) é fundamental. Eles influenciam na concepção e aplicação correta da cor em projetos gráficos, direcionados aos meios impresso e digital. Procurou-se, ainda, destacar que os códigos e estratégias de uso cromático são produtos de conceitos construídos. As práticas, a cultura material, a linguagem oral, escrita e pictórica, contribuem para a disseminação dos principais parâmetros de aplicação da cor. Ao final da revisão, apresentou-se uma análise de ambientes de aprendizagem on-line e cursos a distância na área de “teoria da cor”, buscando-se vislumbrar como esses conteúdos estavam sendo abordados.

Considerando o objetivo da pesquisa, verifica-se que o modelo proposto para o núcleo de aprendizagem da cor foi desenvolvido a partir do tripé que integra ABP

(Aprendizagem Baseada na resolução de Problemas), TC - Teoria da Cor e TIC –Tecnologias Informatizadas de Comunicação. O eixo condutor da aprendizagem baseou-se no processo de resolução de problemas. Destaca-se, no modelo, a abordagem integrada dos conteúdos, exercícios e, sobretudo, a ênfase na reflexão sobre a especificidade da cor, estimulada a partir do uso das ferramentas de colaboração. Para tanto, optou-se pelos processos de comunicação e interação à distância, pois envolvem mais autonomia, colaboração e estimulam diferentes formas de interpretação da realidade. Enfatizou-se a caracterização de cada tópico do modelo (os problemas, exercícios e conteúdos), agrupando elementos para a construção de um ambiente adaptado às especificidades da cor aplicada ao design gráfico.

Uma ênfase importante do modelo é a caracterização de um problema cromático e dos recursos que possibilitam o processo de resolução. Nas situações colaborativas propostas dentro do ambiente (seja através de fórum, chat, listas de discussões, além da base texto), são explorados recursos gráficos que auxiliam na análise, resolução e criação de estruturas cromáticas. Tal estratégia permite assegurar a centralização do assunto e também apoiar a tomada de decisão quanto à comparação e escolha das melhores soluções desenvolvidas em estudos colaborativos.

A flexibilidade proposta pelo modelo do “núcleo de aprendizagem da cor da plataforma AVA–AD” não se refere apenas ao acesso individualizado, independente de hora e local, mas também diz respeito ao potencial de adaptação e atualização de problemas, conteúdos e exercícios. Estes podem ser escolhidos em função do perfil, dos interesses do grupo, do caráter do curso e dos objetivos de aprendizagem determinados pelo professor. Portanto, o núcleo de aprendizagem da cor pode ser trabalhado sob forma de um curso sistematizado, de cursos de curta ou longa duração ou, ainda, como cursos de caráter semi-presencial, em apoio a uma disciplina de graduação ou de pós-graduação. Outro aspecto a ressaltar é que o modelo proposto pode contribuir para a pesquisa de situações reais, ou seja, incentivar comparações materiais, processos em indústrias e trabalhos de campo. O modelo não se fecha em si, não é absoluto e também não pretende substituir a educação presencial na área cromática. Busca, sim, apoiar a discussão de conceitos e técnicas, estimulando a troca de experiências e o confronto de diferentes realidades. Todas essas possibilidades contribuem para a compreensão da cor como fenômeno, suas especificidades e limitações quanto às aplicações no campo do Design Gráfico.

Observa-se que há uma flexibilidade intrínseca ao modelo, a partir da categorização criada: problemas de nível um, dois e três. Estes podem ser apresentados e abordados de diferentes maneiras. Podem ser eminentemente teóricos, descrevendo uma

determinada situação, um ambiente gráfico, ou podem estar apoiados por imagens, animações e vídeos. Os alunos também podem ser incentivados a buscar e trazer problemas reais para serem resolvidos no ambiente. Cabe ressaltar que o tipo de problema a ser trabalhado pode ser decidido pela equipe de professores a partir do perfil do grupo e dos objetivos de aprendizagem, mas também pode ser definido em conjunto com a turma.

Retomando os objetivos específicos propostos na primeira parte desta pesquisa, considera-se que houve aprofundamento teórico quanto às especificidades da teoria da cor visando a aplicação na área de design gráfico. Evidenciou-se implicações conceituais, contextuais e técnicas de sua aplicação e caracterizou-se problemas segundo níveis de complexidade. Também foram estudados e avaliados ambientes virtuais de aprendizagem na área de Teoria da Cor e Design, contribuindo para avaliação das potencialidades e limitações do meio.

Buscou-se uma sistematização quanto às etapas de resolução dos problemas através de relatórios e ferramentas que sintetizam e documentam cada fase. Estas etapas contribuíram metodologicamente, apoiando a tomada de decisão nos problemas. Um importante aspecto ressaltado pela revisão de literatura referia-se à dificuldade ligada aos processos que envolvem tomadas de decisão pelos grupos. No modelo aqui proposto, com o auxílio da ferramenta “diário de resolução”, tal aspecto pode ser aprofundado. Contudo, esses processos decisórios devem ser mais pesquisados, pois são processos complexos no âmbito da educação virtual, mas também da educação presencial. Em muitos casos, os alunos trazem comportamentos sistematizados da sua vida escolar, refletindo na qualidade do trabalho em grupo. O mesmo reflexo observa-se em relação ao cronograma de trabalho, comprometimentos com entregas e avaliações.

Quanto ao potencial do aprendizado à distância e a área de design gráfico, acredita-se que a evolução desse processo implica numa apropriação tecnológica e na construção de um paradigma próprio a essa modalidade de aprendizagem. Essa forma de aprendizagem revela-se, inicialmente, como um desafio para educadores, alunos e para a própria comunidade. Contudo, vencidos os primeiros desafios e passada a fase de adaptação às ferramentas, observa-se que a aprendizagem virtual colaborativa apresenta amplas possibilidades de expansão. Salienta-se a importância da flexibilidade de acesso, a ênfase na colaboração e a possibilidade de atender à demanda de educação continuada da área.

Na validação do modelo, pode-se perceber a interação entre aprendizes como o componente fundamental no processo de aprendizagem. Observou-se como a relação entre os

sujeitos “mais maduros“ pode contribuir para a aprendizagem dos “menos maduros”. Tal aspecto ficou evidente ao longo das atividades do curso “Cor no Design Gráfico”.

Quanto ao potencial de utilização de um ambiente virtual para a aprendizagem da cor, destaca-se que as principais limitações referem-se às diferentes características de cada dispositivo de processamento e exibição de cor. No modelo desenvolvido, tanto no fluxograma de conteúdos, como no Laboratório de Cor, existe suporte para essa discussão. No LIC também foi disponibilizado um tutorial sobre calibragem de monitores, visto que nos problemas e exercícios não estava prevista a impressão de soluções cromáticas. Contudo, ressalta-se que este assunto merece ser aprofundado. De qualquer forma, ressalta-se que problemas cuja ênfase seja a cor no meio digital devem, preferencialmente, pressupor a utilização da paleta de cores protegidas, facilitando assim a padronização de visualização. Já os problemas e exercícios que forem direcionados ao meio impresso, indica-se, além da consulta à esses tutoriais, o uso de uma escala impressa como referência para a determinação final das cores. O uso de uma escala CMYK impressa, no curso desenvolvido, foi fundamental para a comunicação e especificação dos tons entre os aprendizes distanciados. Acredita-se que a riqueza do modelo do núcleo de cor também deve-se a essa possibilidade de direcionamento dos problemas cromáticos no meio impresso ou digital. É no trânsito e no confronto com as especificidades de cor em cada meio que se dará a formação do designer.

Com base no modelo apresentado nessa pesquisa, construiu-se uma estrutura que permitirá a implantação de outros núcleos de aprendizagem, no âmbito do próprio AVA–AD, e outros ambientes virtuais de aprendizagem direcionados a áreas de conhecimento fundamentados na linguagem visual.

A pesquisa realizada também vem contribuir para a melhoria da qualidade de ensino e pode atender, de modo específico, a demanda de educação continuada na área de teoria e aplicação da cor. Ressalta-se que o modelo desenvolvido direciona-se a jovens e adultos, com formação superior iniciada ou concluída, ou seja, indivíduos que já possuem uma base em teoria da cor.

6.2 Indicação para trabalhos futuros

O modelo aqui apresentado e, em parte, implementado, indica possibilidades para desenvolvimento de pesquisas que usem a modelagem do “núcleo de aprendizagem da cor” e

a plataforma AVA-AD para a expansão de projetos que explorem a especificidade do fenômeno cromático.

Como continuidade de pesquisa ressalta-se a necessidade de ampliação da base de conteúdos, exercícios e problemas no modelo e no protótipo do núcleo de cor do AVA-AD. Assim como os problemas, também os exercícios e conteúdos poderiam ser agrupados segundo níveis de complexidade e de abordagem. Exercícios e conteúdos podem estar mais vinculados aos problemas ou ligados a outras estratégias de aprendizagem que não necessariamente respondam às características da ABP. Também no âmbito de exercícios e conteúdos, sugere-se o aprofundamento do tema calibragem de dispositivos de visualização e impressão no fluxo digital de trabalho do designer. Outro tema a ser aprofundado é a relação entre cor e significado.

A partir da base geral de conteúdos e adaptações no âmbito de problemas e exercícios, pode-se também explorar a especificidade da cor em áreas como design de produto e arquitetura. Visualizando o conjunto do projeto AVA-AD, percebe-se a necessidade de realização de estudos situados no campo da ergonomia de interface. Sugere-se, ainda, ampliação de ferramentas que apoiem os processos de decisão em trabalhos colaborativos. Indica-se constituição de um módulo de aprendizagem direcionado à exploração inicial do ambiente e suas respectivas ferramentas. Esse módulo seria vivenciado pelos aprendizes no início de cada curso. Este módulo também poderia estar associado a uma etapa de sondagem que potencialmente subsidiaria a escolha dos problemas a serem trabalhos em cursos ou pesquisas.

A modelagem de um outro ambiente, de caráter aberto, que concentrasse diferentes informações sobre cor funcionando como uma espécie de portal, poderia também apoiar o processo de aprendizagem no núcleo de cor do AVA-AD.

Ao longo desta pesquisa, outros pontos relacionados ao processo de percepção e recepção da cor mostraram-se promissores para o desenvolvimento de estudos subseqüentes, a saber:

- A abordagem de temas como “cor e cultura”, a partir de uma fundamentação teórica específica e mais aprofundada, poderia gerar experimentos envolvendo grupos distanciados geograficamente e o uso da plataforma AVA-AD. Assim, conceitos, possibilidades técnicas, processos e materiais poderão ser objetos de reflexão no contexto de problemas específicos. Ou seja, avalia-se como diferentes grupos, inseridos em contextos culturais determinados, resolvem

problemas específicos. Os referenciais teóricos, necessariamente, abordariam as relações entre cor e localização, cor e globalização;

- Nessa direção, estudos sobre percepção e nomeação da cor a partir de diferentes meios e dispositivos, envolvendo públicos específicos, também poderiam ser desenvolvidos. Pesquisas que visassem a associação entre cor e conceitos em contextos de projetos gráficos também trariam uma grande contribuição para a área.

REFERÊNCIAS

ADG. **O valor do design**: guia ADG Brasil de prática profissional do designer gráfico. São Paulo: Senac/ ADG, 2003.

ALBERS, Josef. **La interacción del color**. Madrid: Alianza, 1996.

ANDRADE, Adja Ferreira de; VICARI, Rosa Maria. Construindo um ambiente de aprendizagem a distância inspirada na concepção sociointeracionista de Vygotsky. In: SILVA, Marco (Org). **Educação online**. São Paulo: Loyola, 2003.

ALAVA, Séraphin. **Ciberespaço e formações abertas**: rumo à novas práticas educacionais? Porto Alegre: Artmed, 2002.

ALVARENGA. “Portfólio: o que é e a que serve?” **Revista Olho Mágico**, v 8, n.1.jan/abr 2001. Disponível em:<<http://www.ccs.br/olhomagico/v8n1/porfol.htm>>. Acesso em: 15 jun. 2003.

ARETIO, Lorenzo G. Educación a distância hoy. In: LANDIN, Cláudia Maria Ferreira. **Educação a distância**: algumas considerações. Rio de Janeiro: [s. n.], 1997.

AVA – AD. Ambiente Virtual de Aprendizagem em Arquitetura e Desing. Disponível em: <<http://ava.egr.ufsc.br/ava/ad/>>. Acesso em: 11 nov. 2001.

BAER, Lorenzo. **Produção gráfica**. São Paulo: SENAC, 1999.

BARCIA, Ricardo; VIANNEY, João. “Pós-Graduação a distância. A construção de um modelo brasileiro”. **Revista da Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior**, Brasília, ano 16, n. 23, p. 51-70, nov. 1998.

BARROWS, H.S. A taxonomy of problem based learning method. **Medical education**, v. 20, 1986.

BELLONI, Maria Luiza. **Educação a distância**. Campinas: Autores Associados, 1999.

BELTRAN, Thierry. “Hypermedias Educatifs: de la theorie a la pratique”. In: **Actes Hipermédias et apprentissages**. Paris: INRP, 1993, p. 169-181.

BERNS, Roy. **Principles of color technology**. New York: John Wiley & Sons, 2000.

BIRREN, Faber. **Principles of color**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1987.

BORDANAVE, Juan Diaz; PEREIRA, Adair Martins. **Estratégias de ensino aprendizagem**. Petrópolis: Vozes, 1995.

BRUILARD, Eric; VIVET, Martial. **Didactique et Intelligence Artificielle**. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1994.

BRNA, P. Modelos de colaboração. **Revista Brasileira de Informática na educação**, Florianópolis, n. 3, p. 9-15, set. 1998.

BRUILLARD, Eric. **Les machine à enseigner**. Paris: Hermes, 1997.

CAIVANO, J. L. **Sistemas de ordem del color**. Buenos Aires: UBA, 1995.

CAMP, Gwendie. **Problem-Based Learning**: a paradigm shift or a passing fad? The University of Texas Medical Branch. Texas (USA), 1996. Disponível em: <<http://www.med-ed-online.org>>. Acesso em: 19 abr. 2003.

CARRAMILO NETO, Mário. **Produção gráfica**. São Paulo: 1997.

CATAPAN, Araci Hack. **Tertium**: um novo modo do ser, do saber e do aprender. Construindo uma taxionomia para mediação pedagógica em tecnologia de Comunicação Digital. 2001. 289f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PROBLEM Based Learning. Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual de Londrina - CCS/UEL. 1998. Disponível em: <<http://www.uel.br/ccs/pbl>>. Acesso em: 17 abr. 2003.

COLE, Alison. **Cor**: o guia visual essencial à arte da cor, desde a primitiva Renascença até os meios modernos atuais. São Paulo: Manole, 1994.

COLL, C. et al. **O construtivismo em sala de aula**. São Paulo: Ática, 1998.

COLLIS, Betty. **Experiences with www**: based environments for collaborative group work and the relationship of these experiences to HIC research. Working Conference of IFIP WG 3.3, Sozopol, Bulgária, 27-28 may, 1997.

CRAIG, James. **Produção gráfica**: São Paulo: Nobel, 1987.

CRUZ, Dulce M.; BARCIA, Ricardo Miranda. Manual de sobrevivência num ambiente virtual de educação a distância por videoconferência. In: **WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE EDUCAÇÃO VIRTUAL – WISE**, 99., 1999. Ceará. **Anais...** Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 1999.

CUNHA, Luis Felipe Pereira. **Tratamento de imagens e gerenciamento de cores**. São Paulo: SENAI, 1998. Apostila.

DILLENBOURG, P. et al. The evolution of research on collaborative learning. In: SPADA and REIMANN (Ed). **Learning in human and machines**. 1996.

DROSTE, Magdalena. **Bauhaus 1919/1933**. São Paulo: Taschen, 2002.

DRYDEN, Gordon; VOS, Jeannette. **Revolucionando o aprendizado**. São Paulo: Makron Books, 1996, p.303-327.

ESCOREL, Ana Luiza. Identidade e legibilidade no produto gráfico. In: **O efeito multiplicador do Design**. São Paulo: SENAC, 2000.

FOLEY, Hugo; MATLIN, Margaret. **Sensación y percepción**. México: Prentice Hall, 1996.

FONSECA, Joaquim da. **Comunicação visual**: glossário. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1990.

FONSECA, Suzana Valladares. Complexidade e casualidade: novos rumos para o design gráfico? Anais do VI ENESD, fev. de 1997, p. 67-73.

FONTOURA, Antônio. Bauhaus: a pedagogia da ação. **ABC Design. Revista design do Paraná**, v. 1. n. 1. nov. 2001.

FONTOURA, Antônio Martiniano. **EdaDe**: educação de crianças e jovens através do design. 2002. 337f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FUCKS, Raposo H.; GEROSA, M A. Engenharia de Groupware: desenvolvimento de aplicações colaborativas”. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 22., 2002. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2002.

FUCKS, H. Aprendizagem e trabalho cooperativo no ambiente AulaNet. **Revista Brasileira de informática na Educação**, n. 6, SBC, abr. 2000.

_____. Participação e avaliação no ambiente AulaNet da PUC-Rio. In: SILVA, Marco. **Educação online**. São Paulo: Loyola, 2003.

GAGE, Jonh. **Color y cultura**. La práctica y el significado del color de la Antigüedad a la abstracción. Madrid: Siruela, 1993.

_____. **Colour and meaning**. Art, Science and Meaning. Londres: Thames & Hudson, 1999.

GOLDING, Mordy. **Guia de cores para web designers: pantone web color.** São Paulo: Moderna, 1997.

GONÇALVES, Berenice Santos; PEREIRA, Alice Cybis. Cor aplicada ao design gráfico: uma proposta de ambiente virtual baseado na resolução de problemas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 2., 2003. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: [s.n], 2003.

GONÇALVES, Berenice Santos; PEREIRA, Alice Cybis. Estudos cromáticos em um ambiente virtual baseado na resolução de problemas. Virtual Educa. **Anais...** México, 2003.

GREENBERG, D.; AMINOFF M. SIMAN, R. **Neurologia clínica.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 1991.

GOLDING; White. **Pantone web color.** São Paulo: Quark, 1997.

GOLDMAN, Simão. **Psicodinâmica das cores.** 5. Ed. 1964.

GUIMARÃES, Luciano. **A cor como informação.** São Paulo: Annablume, 2000.

_____. **As cores na mídia.** São Paulo: Annablume, 2003.

GUYTON, A C. **Neurociência básica: anatomia e fisiologia.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

HARASIM, Linda. "On line education: a new domain". In: Mason, Robin and Kaye, Anthony (Eds.). **Mindweave: Communication, computers and distance instructio.** In: P. Berna; D. Dicheva (Eds.), Proceedings of the Eighth International PEG, 1989. Disponível em: <<http://www-icdl.open.ac.uk/midweave/chap5.htm>> Acesso em: 04 abr. 2002.

ITTEN, Iorran. **The art of color: the subjective experience and objective rationale of color.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1973.

KOMOSINSKI, Leandro José. **Um novo significado para a educação tecnológica fundamentado na informática como artefato mediador da aprendizagem.** 2000. 146f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

LANDIM, Cláudia. **Educação a distância: algumas considerações.** Rio de Janeiro: [s.n.], 1997.

LEMMING, Marília. Avaliação da aprendizagem no contexto da Educação a Distância. In: CONGRESSO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA-MERCOSUL, 7., 2003. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SENAI/CTAI, 2003.

LÉVY, Pierre, **O que é virtual**. São Paulo: Editora 34, 1996.

_____. **As tecnologias da Inteligência**. São Paulo: Editora 34, 1997.

_____. O inexistente impacto da tecnologia. Folha de São Paulo: Domingo, 17 de agosto de 1997. Caderno Mais 5. p. 3.

_____. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

LIMITED COLOR GRAPHICS. Flyears, direct mail and other 1 and 2 color design. Hiroko Kondo. Tokyo: P.I.E. Books, 2000.

LINCHO, Paulo R. **Uma proposta de reformulação do processo de ensino-aprendizagem tradicional do desenho técnico de Arquitetura através de uma pedagogia multiestratégica**. 2001. 218f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis

LONG, Jim; Luke, JOY, Turner. **The new Munsell Student Color Set**. New York: Fairchild Publications, 2001.

LOPES, André Borges. Nem tudo que tem duas cores é duotone. **Publish**, ano 8, n.50, p. 58-60, 2003.

_____. Use e abuse de cores especiais. **Publish**, n.67, p. 48, jul./ag. 2003.

LURIA, A. R. **Desenvolvimento cognitivo**: seus fundamentos sociais e culturais. São Paulo: Ícone, 1990.

MASON, R. **Models of online courses** – the open university – Institute of educational technology. Disponível em: <http://www.aln.org/alnweb/magezine/vol2_issue2/Masonfinal.htm>. Acesso em: 30 jan. 2004.

MARTINS, Janae Gonçalves. **Aprendizagem baseada em problemas aplicada a ambiente virtual de aprendizagem**. 2002. 219f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MAURI, Tereza. “O que faz com o que o aluno e a aluna aprendam em sala de aula?”. In: COLL, César. **O construtivismo em sala de aula**. São Paulo: Ática, 1998. p 79-121.

McCONNEL, David. **Implementing computer supported cooperative learning**. London: Kogan Page, 1994.

MELLO, Homem de. O Design editorial na 6ª Bienal de Design Gráfico. **Revista ADG**, n.26, p. 40-47, jul. 2002.

MIRAS, Mariana. Um ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios. In: COLL, César. **O construtivismo em sala de aula**. São Paulo: Ática, 1998. p. 57-77.

MIAO, Younwo. Design implementation of a collaborative virtual problem-based learning environment, 2000. Disponível em <<http://elib.tu-darmstadt.de/diss/000086/thesis.miao.PDF>>. Acesso em: 31 maio 2004.

MOORE, Michel G.; KEARSLEY, Greg. **Distance Education: a system view**. Belmont/USA: Wadsworth Publishing Company, 1996.

MORTON, Jil. The multi dimensional effects of color on the world wide web. In : **Aic color**, EUA: Proceedings of SPIE. v. 4421, 2002.

NIKOLOVA, I.; COLLIS, B. Flexible learning and the design instruction. **Journal of Educational Technology**, v. 29, n. 1, p. 59-72, 1997.

NIPPER, Soren. **As estruturas de comunicação no aprendizado à distância**. Segundo simpósio de conferência via computador. Universidade de Guelph, Ontário, junho de 1987. Aarhus Technical College and DEUS Consortium. Aarhus, Dinamarca.

_____. **Third Generation Distance Learning and computer Conferencing**. Aarhus Technical College and DEUS Consortium. Aarhus, Denmark. Disponível em: <<http://www-icdl.open.ac.uk/midweave/chap5.htm>>. Acesso em: 06 maio 2002.

NITZE, J; CARNEIRO, M; GELLER, M. Avaliando aplicações para criação de ambientes de aprendizagem colaborativa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA. 1999. Curitiba. **Anais...**Curitiba, 1999, p. 303-310.

NOJIMA, Vera Lúcia. **A propaganda na Web**. P & D Design, anais P&D, 2001.

NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka. **Criação do conhecimento na empresa**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

OLIVEIRA, Marina. **Produção gráfica para designers**. Rio de janeiro: 2AB, 2000.

ORUMBIA, Javier. Ensinar: criar zonas de desenvolvimento proximal e nelas intervir. In:

PALLOFF, Rena M.; PRATT, Keith. **Construindo comunidades de aprendizagem no ciberespaço**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PANITZ, T. **A definition of collaborative vs cooperative learning**. 1996. Disponível em: <<http://www.lgu.ac.uk/deliberations/collab.learning/panitz2.html>>. Acesso em: 25 set. 2003.

PAPERT, S. **Logo: computadores e educação**. São Paulo: Brasiliense, 1996.

PASTOREAU, Michel. **Dicionário das cores de nosso tempo: simbólica e sociedade**. Lisboa: Estampa, 1997.

PEDROSA, Israel. **Da cor à cor inexistente**. Brasília: UNB, 1982.

PEREIRA, Fernando O. R. **Iluminação**. [s.d]. Monografia (Especialização de Engenharia de Segurança do Trabalho) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PIETROCOLA, Maurício; FIGUEIREDO, Aníbal. **Luz e cores**. São Paulo: FTD, 1997.

PONTES, Elício. Ambiente virtuais de aprendizagem cooperativa. In: WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE EDUCAÇÃO VIRTUAL – WISE, 99., 1999. Ceará. **Anais...** Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 1999.

POZO, Juan Ignacio (Org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

RASMUSSEM, Jeans. **Skills, rules, and knowledge; signals, signs and symbols, and other distinctions in Human Performance Models**. IEE. Transactions on systems, man, and cybernetics. v.13, n. 3, may/1983.

RAUTENBERG, Sandro. **Predição de receitas de cores na estamparia têxtil através de redes neurais com função de base radial**. 1998. 84f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RESNIK, Mitchel. Distributed Constructionism. In Proceedings on. Learning Sciences Association for the Advancement of Computing in Education, Northwestern University, jul 1996. Disponível em < <http://ead.faesa.br/glossario.htm> > acessado em: 20/09/04.

RHÉAUME, Jacques. **Hipermédias et apprentissages**. Paris: INRP, 1993.

RIT - Rochester Institute of Technology. Disponível em: <<http://distancelearning.rit.edu/>>. Acesso em: 21 mar. 2002.

ROCHA, Heloísa Vieira da. “TelEduc: software livre para educação a distância”. In: SILVA, Marco. **Educação online**. São Paulo: Loyola, 2003.

RODRIGUES, Rosângela. **Modelo de avaliação para cursos de ensino à distância: estrutura, aplicação e avaliação**. 1998. [125]f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SACKS, O. **Um antropólogo em Marte**. São Paulo: Companhia das letras, 1995.

_____. **A ilha dos daltônicos e a ilha das cicadáceas**. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.

SANTAELLA, Lúcia. **Comunicação e pesquisa**. São Paulo: Hacker, 2002.

SANTORO, F. M.; BORGES, M. R. S. ; SANTOS, N. Um framework para estudos de ambientes de suporte à aprendizagem cooperativa. **Revista Brasileira de Informática na Educação**. n. 4, p. 51-68. 1998.

SANTOS, Edméa Oliveira dos. Articulação de saberes na EAD on-line: por uma rede interdisciplinar e interativa de conhecimentos em ambientes virtuais de aprendizagem. In: SILVA, Marco. **Educação online**. São Paulo: Loyola, 2003.

SANTOS, N.; FERREIRA, H. M. Aprendizagem cooperativa distribuídas na biblioteca Kidlink-Brasil. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Florianópolis, n. 2, p. 35-42, abr. 1998.

SENAI. Pré-impressão: **Tratamento de imagens e gerenciamento de cores**. Escola de Tecnologia gráfica Theobaldo de Negris. Apostila. Coordenação: Élcio de Souza. Elaboração: Luiz Felipe Cunha. São Paulo: SENAI, 2001.

SESSIONS.EDU Online School of Design. Disponível em:<<http://www.sessions.edu/courses/outlines/4017oln.html>>. Acesso em: 11 nov. 2001.

SILVA, Marco (Org.). **Educação online**. São Paulo: Loyola, 2003.

SILVEIRA, Luciana Martha. **A percepção da cor na imagem fotográfica preto-e-branco**. 2002. 311f. Tese (Doutorado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2002.

SMITH, Dianne. The colour studio in crisis? Embracing change. 9th Congress of the International Colour Association. Proceedings. p.1017-1020. EUA: SPIE, 2002.

SOUZA, Antônio Carlos. **Considerações metodológicas sobre a elaboração de cursos de ensino a distância: o exemplo de um caso de CAD suportado pela internet**. 1999. 186f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SOUZA, Patrícia C. **Um Sistema de autoria para adventures educacionais**. 1997. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

TAROUCO, Liane. Tecnologias para aprender/comunicar a distância. Palestra apresentada no I Congresso Brasileiro de educação Superior a Distância-EsuD. Petrópolis, RJ, de 26 à 28 de março de 2002. Disponível em < <http://penta2.ufrgs.br/edu/colaborede/>> acesso m 31/05/04.

THE ART INSTITUTE ONLINE. Disponível em:
<http://www.aionline.edu/welcome_international.htm>. Acesso em: 15 set. 2003

TREMI, Jeffeson. **Um ambiente de aprendizagem baseado em problemas mediado pela informática para o curso de administração**. 2001. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

TIJIBOY, A. V.; MAÇADA, D.; SANTAROSA, L.M. e FAGUNDES, L. Aprendizagem Cooperativa em Ambientes Telemáticos. **Informática na Educação: teoria & prática**, v. 1, n. 2, 1999.

ULBRICHT, Vânia Ribas. **Modelagem de um ambiente hipermídia de construção do conhecimento em geometria descritiva**. 1997. 211f. Florianópolis: UFSC, 1997. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

UNGERER, F.; SCHMID, H.J. **An introduction the cognitive linguistic**. Nova York: Longman, 1996.

VARELA, F. J. **De cuerpo presente**: las ciências cognitivas y la experiência humana. Barcelona: Gadisa, 1992.

VARELA, Francisco; THOMPSON, Evan; ROSCH, Eleanor. **A Mente incorporada**: ciências cognitivas e a experiência humana. Porto Alegre: Artmed, 2003.

VAVASSORI, Fabiane; RAABE, André. Organização de atividades de aprendizagem utilizando ambientes virtuais: um estudo de caso. In: SILVA, Marco. **Educação online**. São Paulo: Loyola, 2003.

VIRILIO, Paul. **O Espaço crítico**. Rio de janeiro: Editora 34, 1993.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

WICK, Rainer. **Pedagogia da Bauhaus**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WHITE, Dave; GOLDIN, Mordy. **Pantone web color**: guia de cores para web designers. São Paulo: Quark, 1997.

WINN, Willian. The impact of three dimensional imersive virtual environments on modern pedagogy. Technical Report, 97-15. University of Washington,Seattle, WA, may 1997.

WOOD, D. **Como as crianças pensam e aprendem**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Ficha de avaliação aplicada na reunião final do curso “Cor no Design Gráfico”:

AVA AD- Núcleo de aprendizagem da cor

Avaliação do processo de aprendizagem no curso “cor no design gráfico”:

Nome completo:.....

.....

E.mail:.....

Responda as questões a seguir assinalando e complementando o que julgar necessário:

1. O acesso ao AVA AD se deu principalmente:

- de casa
- da universidade
- do trabalho

2. Os temas dos problemas foram pertinentes à área de design gráfico:

- sim
- em parte
- não

Problema 1: “Cor numa interface”

3. O tema do problema 1 é significativo para a formação do designer:

- sim
- em parte
- não

4. A forma de apresentação do problema foi clara:

- sim
- em parte
- não

5. O material disponibilizado foi pertinente, contribui para fundamentar a discussão no fórum:

- sim
- em parte
- não

6. Considerando as participações no fórum geral da turma sobre o tema “cor na interface”, o nível das colocações foi:

- muito bom
- bom
- regular

Comente:.....

.....

.....

Problema 2: Capa de livro

7. O tema abordado no problema 2 “capa de livro” é relevante para a formação do designer?

- sim
- em parte
- não

8. O material disponibilizado foi pertinente e contribuiu para fundamentar a discussão e as soluções gráficas do grupo:

- sim
- em parte
- não foi adequado

Comente:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. A interação entre o grupo teve qualidade?

- sim
- em parte
- não

10. Você participou ativamente dos encaminhamentos do grupo e nas discussões do fórum ?

- sim
- em parte
- não

11. Você desenvolveu ativamente estudos cromáticos apresentando-os e discutindo com o grupo?

- sim
- em parte
- não

12. A escala CMYK, impressa foi uma importante referência para definição das cores:

- sim
- em parte
- não

13. A ferramenta “diário de resolução” contribuiu para o processo de organização das idéias do grupo?

- sim
- em parte
- não

Comentários:.....

.....

.....

14. A ferramenta “diário de resolução” contribuiu para o processo de decisão do grupo:

sim
 contribuiu mas poderia ser aprimorada nos seguintes aspectos

não contribuiu

15. As discussões finais no chat, contribuíram para a tomada de decisão final do grupo:

sim

em parte

não contribuiu

Obs:

16. A estratégia pedagógica ABP

(aprendizagem baseada na resolução de problemas) foi interessante considerando os temas abordados:

sim

em parte

não

17. Considerando o nível de interação geral do grupo no desenvolvimento das atividades e qualidade das soluções, esta primeira parte da experiência foi:

muito significativa;

significativa;

pouco significativa

Comente:.....

.....

18. Que carga horária por semana você realmente utilizou para as atividades do curso:

Durante o problema 1 :

menos de uma hora por semana

de 1 a 3 horas por semana

4-6 horas

mais de 6 horas

Durante o problema 2 :

menos de uma hora por semana

de 1 a 3 horas por semana

4-6 horas

mais de 6 horas

Obs:.....

.....

Sobre os conteúdos e exercícios:

19. Foram visitadas muitas telas de conteúdos do site:

sim

em parte

não

20. Os conteúdos no site estão apresentados de forma clara e sistemática?

sim

em parte

não

21. Os exercícios foram resolvidos simultaneamente aos problemas:

sim

em parte

não

22. Os exercícios realizados foram adequados para revisão dos conteúdos básicos de teoria da cor:

sim, foram adequados

em parte

não foram adequados

23. O nível de complexidade dos exercícios os exercícios foi:

alto

médio

baixo

24. Que outros conteúdos da área cromática poderiam ser abordados (para exercícios, conteúdos e problemas) no site AVA AD:

.....

.....

.....

.....

.....

Sobre o professor e o apoio técnico:

25. O diálogo com o professor foi significativo para o encaminhamento das atividades:

sim

em parte

não

26. O auxílio ao professor foi solicitado com frequência?

sim

em parte

não

27. A ajuda ao apoio técnico foi solicitada?

sim, muitas vezes

em parte

não, nunca solicitei apoio

Sobre a interface geral do AVA:

28. O acesso ao site do AVA foi fácil?

sim, foi fácil

em parte, pois tive alguns problemas de acesso.

não, pois tive muitos problemas de acesso.

Comente:.....

.....

29. A navegação no site do AVA foi intuitiva:

sim

não

em parte

Comentários:
.....
.....

30.A interface dos problemas lhe pareceu amigável:
 sim
 não
 em parte

31. A interface dos exercícios lhe pareceu amigável:
 sim
 não
 em parte

32. A interface dos conteúdos lhe pareceu amigável:
 sim
 não
 em parte

Sobre a experiência como um todo você gostaria de fazer algum comentário ou sugestão (sobre o processo de comunicação, sobre a navegação, sobre as ferramentas, sobre os materiais disponibilizados no ambiente AVA) :
.....
.....