

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

Elaboração e Avaliação de um Guia de Recomendações para auxílio no desenvolvimento de Interfaces com Usabilidade em Softwares Educacionais do tipo Hipertexto/Hipermídia Informativo

por

ELIANE REGINA DE ALMEIDA VALIATI

Dissertação submetida à avaliação, como requisito parcial
para a obtenção do grau de Mestre
em Ciência da Computação

Prof. Dr. José Valdeni de Lima
Orientador

Prof^a. Dr^a. Marília Levacov
Co-orientadora

Porto Alegre, dezembro de 2000.

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Valiati, Eliane Regina de Almeida

Elaboração e Avaliação de um Guia de Recomendações para auxílio no desenvolvimento de Interfaces com Usabilidade em Softwares Educacionais do tipo Hipertexto/Hipermídia Informativo / por Eliane Regina de Almeida Valiati – Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2000.

129p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, BR-RS, 2000. Orientador: Lima, José Valdeni de. Co-orientadora: Levacov, Marília.

1. Interação Homem-Computador. 2. Engenharia de Usabilidade. 3. Softwares Educacionais. I. Lima, José Valdeni de. II. Levacov, Marília. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitora: Prof^a. Dra. Wrana Panizzi

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Dr. Franz Rainer Semmelmann

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Dr. Philippe Olivier Alexandre Navaux

Coordenadora do PPGC: Prof^a. Dra. Carla Maria Dal Sasso Freitas

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Haro

Agradecimentos

MUITO OBRIGADO, a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

- À Deus pela sabedoria, coragem e perseverança;
- À minha família pelo carinho, exemplo, apoio, incentivo, paciência e compreensão diante de tantas presenças e ausências, de tantos cuidados e preocupações; de tantas vitórias e dificuldades na realização deste trabalho;
- Ao meu orientador Prof. José Valdeni de Lima, pela acolhida, direcionamento e incentivo;
- À minha (co-) orientadora Prof^a Marília Levacov com quem tive a oportunidade de aprender e compartilhar muitas coisas, obrigado por seus ensinamentos, carinho, amizade, incentivo, força e, principalmente, confiança na minha capacidade e no meu trabalho;
- Ao prof. Afonso Inácio Orth pela atenção, aconselhamento, material concedido para pesquisa, comentários e opiniões no desenvolvimento deste trabalho;
- Ao prof. Marcelo Soares Pimenta com quem tive a felicidade de conhecer e a oportunidade de trocar e compartilhar muitas idéias fundamentais na elaboração deste trabalho; meu mais sincero obrigado por sua orientação, apoio, incentivo, entusiasmo, compreensão e confiança;
- À Vera Schuhmacher pelo valioso empréstimo de material e pela ajuda na resolução de dúvidas, que mesmo sem nos conhecermos não mediu esforços para me auxiliar;
- A todos os usuários/alunos que participaram dos ensaios de interação, aos voluntários avaliadores Luciano Gamez, Tereza, Marcos Winckler, Prof. Cabral, Sofia, Marlise e Claudia, pois sem eles meu trabalho não seria possível;
- Ao grupo GEPESE, em particular, as colegas Rosana, Valsair e Jacinta.
- Aos meus sinceros amigos pelo apoio e votos de sucesso sempre desejados;
- Aos funcionários e ao pessoal da biblioteca, principalmente a bibliotecária Beatriz Haro, pelo atendimento e profissionalismo demonstrado;
- À UFRGS, ao Instituto de Informática e ao PPGC pelos meios fornecidos para realização do curso de Mestrado;
- e a todas as pessoas, as quais aqui não citei nomes, mas que foram muito importantes e imprescindíveis para que eu chegasse até aqui.

Sumário

Lista de Abreviaturas.....	6
Lista de Figuras.....	7
Lista de Tabelas.....	9
Resumo.....	10
Abstract.....	11
1 Introdução.....	12
1.1 Justificativa.....	14
1.2 Objetivos.....	15
1.3 Delimitações do trabalho.....	15
1.4 Metodologia.....	16
1.4.1 Etapa de definição.....	16
1.4.2 Etapa de elaboração, revisão e adequação.....	17
1.4.3 Etapa de avaliação.....	17
1.5 Estrutura da Dissertação.....	17
2 Introdução dos Computadores na Área Educacional.....	19
2.1 Formas de Utilização da Informática no Contexto Escolar.....	20
2.2 Tipos de <i>Softwares</i> Educacionais (SEs).....	22
2.2.1 Exercício e Prática	23
2.2.2 Tutorial.....	25
2.2.3 Sistemas Tutores Inteligentes (STIs).....	27
2.2.4 Simulador.....	28
2.2.5 Jogos Educacionais.....	30
2.2.6 Hipertexto/hipermídia Informativo	31
2.3 Considerações Finais.....	34
3 Projeto de Interfaces.....	36
3.1 Interfaces.....	36
3.2 Usabilidade.....	38
3.3 <i>Human-Computer Interaction</i> (HCI).....	39
3.3.1 Multidisciplinariedade.....	40
3.3.2 Projeto de sistemas interativos (Engenharia de Software e HCI)....	42
3.3.3 Práticas de HCI para o projeto de sistemas interativos.....	45
3.4 Normas, Guias de Estilo e de Recomendações.....	46
3.4.1 Normas (padrões ou <i>standards</i>)	47
3.4.2 Guias de Estilo.....	49
3.4.3 Guias de Recomendações.....	55
3.5 Considerações Finais.....	58
4 Guia: etapas de construção e avaliação.....	60
4.1 Etapa de definição.....	61
4.1.1 Público-alvo	61

4.1.2 Tipo de Interface.....	64
4.1.3 Fontes de Referência.....	66
4.1.4 Requisitos e estrutura preliminar do Guia.....	67
4.2 Etapa de elaboração, revisão e adequação.....	68
4.3 Etapa de avaliação.....	70
4.3.1 Avaliação de utilização do guia.....	71
4.3.2 Avaliação de melhorias na interface.....	71
4.4 Considerações Finais.....	78
5 Estudo de Caso.....	79
5.1 Software Geografia do Brasil: Módulo I	80
5.1.1 Interface.....	80
5.1.2 Avaliação da usabilidade.....	83
5.2 Software Geografia do Brasil: Módulo II.	96
5.2.1 Interface.....	96
5.2.2 Avaliação da usabilidade.....	101
5.3 Análise e comparação dos resultados	111
5.3.1 Resultados obtidos no teste com usuários.....	111
5.3.2 Resultados obtidos no teste de avaliação heurística.....	114
5.3.3 Resultados obtidos na inspeção de conformidade com recomendações.....	116
5.3.4 Resultados obtidos na técnica TICESE.....	118
6 Conclusões e Considerações Finais.....	120
6.1 Contribuições.....	122
6.2 Limitações.....	122
6.3 Trabalhos futuros	123
Bibliografia.....	124
Anexos.....	129

Lista de Abreviaturas

ACM	Association for Computing Machinery
CAI	Computer-Assisted Instruction
CAL	Computer-Assisted Learning
CBI	Computer-Based Instruction
CD-ROM	Compact Disc-Read Only Memory
DVD	Digital VideoDisc
GPESE	Grupo de Estudos e Pesquisas em Software Educacional
GUI	Graphic User Interface
HCI	Human-Computer Interaction
ICAI	Intelligent Computer Assisted Instruction
IHC	Interação Homem-Computador
ISO	International Organization for Standardization
LabIUtil	Laboratório de Utilizabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina
PARC	Palo Alto Research Center
PEI(s)	Produto(s) Educacional(is) Informatizado(s)
PROINFO	Programa Nacional de Informática na Educação
SE(s)	Software(s) Educacional(is)
STI(s)	Sistema(s) Tutor(es) Inteligente(s)
TICESE	Técnica de Inspeção de Conformidades Ergonômicas em Software Educacional
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Lista de Figuras

FIGURA 2.1 -	Fluxo de controle dos SEs do tipo exercício e prática.....	25
FIGURA 2.2 -	Fluxo de controle dos SEs do tipo tutorial.....	26
FIGURA 2.3 -	Fluxo de controle dos SEs do tipo simulador.....	29
FIGURA 3.1 -	A multidisciplinariedade em HCI.....	41
FIGURA 3.2 -	O modelo em cascata.....	42
FIGURA 3.3 -	O ciclo de vida em estrela.....	43
FIGURA 3.4 -	Caracterização da autoridade e generalidade das regras de projeto.....	46
FIGURA 3.5 -	Elementos do ambiente <i>Microsoft Windows</i>	49
FIGURA 3.6 -	Elementos do ambiente <i>Apple Macintosh</i>	50
FIGURA 3.7 -	Exemplo de <i>guidelines</i> do Guia de estilo da <i>Microsoft Windows</i>	51
FIGURA 3.8 -	Exemplo de <i>guidelines</i> do Guia de estilo da <i>Apple Macintosh</i>	52
FIGURA 3.9 -	Exemplo de <i>guidelines</i> do Guia de estilo para a <i>web</i>	53
FIGURA 3.10 -	Exemplo de <i>guidelines</i> do Guia de estilo para seleção e configuração de objetos de interação.....	54
FIGURA 3.11 -	Exemplo de <i>guidelines</i> do Guia de recomendações de Mayhew.....	56
FIGURA 3.12 -	Exemplo de <i>guidelines</i> do Guia de recomendações de Bodart & Vanderdonckt.....	57
FIGURA 3.13 -	Exemplo de <i>guidelines</i> do Guia de recomendações de Smith & Mosier.....	58
FIGURA 4.1 -	Exemplo de tela do primeiro módulo do <i>software</i>	63
FIGURA 4.2 -	Exemplos que permitem verificar a composição das regras.....	69
FIGURA 5.1 -	Menu principal do <i>software</i> Geografia do Brasil (módulo I).....	80
FIGURA 5.2 -	Estrutura básica das telas do <i>software</i> Geografia do Brasil (módulo I).....	81
FIGURA 5.3 -	Módulo I exemplo de (a) tela de mapas e (b) tela de jogo.....	81
FIGURA 5.4 -	Gráfico de resultados obtidos nos ensaios de interação (módulo I).....	84
FIGURA 5.5 -	Gráfico da quantidade de problemas detectados no teste de avaliação heurística (módulo I).....	88
FIGURA 5.6 -	Totais de problemas detectados no teste de avaliação heurística (módulo I).....	90
FIGURA 5.7 -	Gráficos dos resultados obtidos no teste de inspeção de Conformidades (módulo I).....	91
FIGURA 5.8 -	Gráfico dos resultados obtidos na técnica TICESE (módulo I).....	95
FIGURA 5.9 -	Menu principal do <i>software</i> Geografia do Brasil (módulo II).....	97
FIGURA 5.10 -	Estrutura básica das telas do <i>software</i> Geografia do Brasil (módulo II).....	98

FIGURA 5.11 - Módulo II exemplo de (a) tela de mapas, (b) tela de narrações, (c) tela de vídeos e (d) tela de som.....	99
FIGURA 5.12 - Módulo II exemplo de (a) tela de imagens ampliadas, (b) (c) tela de animações, (d) tela de ajuda.....	99
FIGURA 5.13 - Gráfico dos resultados obtidos nos ensaios de interação (módulo II).....	102
FIGURA 5.14 - Gráfico da quantidade de problemas detectados no teste de avaliação heurística (módulo II).....	104
FIGURA 5.15 - Totais de problemas detectados no teste de avaliação heurística (módulo II).....	106
FIGURA 5.16 - Gráfico dos resultados obtidos no teste de inspeção de Conformidades (módulo II).....	107
FIGURA 5.17 - Gráfico dos resultados obtidos na técnica TICESE (módulo II).....	110
FIGURA 5.18 - Gráfico dos resultados gerais obtidos no teste com usuários.....	111
FIGURA 5.19 - Gráfico dos resultados gerais obtidos no teste de avaliação heurística.....	115
FIGURA 5.20 - Gráfico dos resultados obtidos por cada avaliador no teste de avaliação heurística nos módulos I e II.....	115
FIGURA 5.21 - Gráfico da severidade dos problemas detectados por cada avaliador no teste de avaliação heurística.....	116
FIGURA 5.22 - Gráficos dos resultados gerais obtidos na inspeção de conformidade com recomendações.....	117
FIGURA 5.23 - Gráficos dos resultados gerais obtidos na técnica TICESE.....	119

Lista de Tabelas

TABELA 3.1 -	Tabela comparativa das regras de projeto.....	47
TABELA 3.2 -	Partes da Norma ISO 9241.....	48
TABELA 4.1 -	Sensações "psicológicas" das cores	66
TABELA 4.2 -	Escala de severidades atribuídas em teste de avaliação heurística.....	74
TABELA 5.1 -	Escala de severidades atribuídas aos problemas detectados no teste de avaliação heurística com avaliadores não-especialistas em interfaces.....	87
TABELA 5.2 -	Classificação e distribuição dos problemas encontrados pelos avaliadores no teste de avaliação heurística (módulo I).....	89
TABELA 5.3 -	Percentuais de conformidade ergonômica encontrados pelos avaliadores, através da técnica TICESE (módulo I).....	94
TABELA 5.4 -	Classificação e distribuição dos problemas encontrados pelos avaliadores no teste de avaliação heurística (módulo II).....	105
TABELA 5.5 -	Percentuais de conformidade ergonômica encontrados pelos avaliadores, através da técnica TICESE (módulo II).....	109

Resumo

Este trabalho relata a elaboração e avaliação de um Guia de recomendações para auxílio no desenvolvimento de Interfaces com usabilidade em *softwares* educacionais do tipo hipertexto/hipermídia informativo (para aplicações tipo *stand alone* em CD-ROM e outras mídias óticas afins, como DVD, *videodisc* ou quiosques interativos).

O Guia proposto direciona-se a projetistas de softwares educacionais sem formação e conhecimentos na área de HCI, procurando atender, em especial, as necessidades e expectativas reais de um grupo interdisciplinar de desenvolvimento de software.

Compõe o Guia um conjunto de recomendações sugestivas (relacionando aspectos de usabilidade a questões educacionais) para seleção e configuração dos seguintes elementos (objetos) da interface: *layout*, menus, textos, ícones, bolhas de informação, indicador de progressão, caixas de mensagem, imagens, tabelas, cursor, sons, animações e vídeo.

A utilização do Guia foi avaliada através de um estudo de caso, que envolveu: 1) a implementação da interface de um novo módulo de um *software* educacional desenvolvido, anteriormente, sem utilização do Guia; 2) a avaliação da interface de ambos os módulos projetados, respectivamente, com e sem a utilização do Guia e 3) a posterior análise e comparação dos resultados obtidos.

As técnicas utilizadas para a avaliação da usabilidade das interfaces foram: testes com usuários (ensaios de interação), avaliação heurística, inspeção de conformidade com recomendações e a técnica TICESE.

Com os resultados obtidos nas avaliações, foi possível notar uma significativa melhora na qualidade geral de apresentação do *software*, um maior controle do usuário sobre a interface e um expresso aumento no nível de usabilidade da interface e satisfação subjetiva do aluno durante os ensaios de interação realizados.

Palavras-chave: Projeto de interfaces, *guidelines*, usabilidade, *softwares* educacionais.

TITLE: “Elaboration and Evaluation of a Guide of Recommendations for aid in the development of Interfaces with Usability in Educational Softwares of the type Informative Hypertext/Hypermedia”

Abstract

This work relate the elaboration and evaluation of a Guide of recommendations for aid in the development of interfaces with usability in educational softwares of the type informative hypertext/hypermedia (for applications type stand alone in CD-ROM and other optic medias, as DVD, video disc or interactive kiosks).

The proposed Guide is intended to educational software developers without background and knowledge on the HCI area, attempting to suit, especially, the real needs and expectations of an interdisciplinary software development group.

The Guide characterizes itself by being formed of a set of suggestive guidelines (linking usability aspects to educational issues) for the selection and configuration of the following elements (objects) of the interface: layout, menus, texts, icons, bubbles of information, progression indicator, message boxes, images, tables, cursor, sounds, animations and video.

The Guide's use was evaluated through a case study, that involved: 1) the implementation of the interface of a new module of an educational software developed without use of the Guide; 2) the evaluation of the interface of both projected modules and 3) the posterior analysis and comparison of the obtained results.

The techniques used for the evaluation of the usability of the interfaces were: tests with users (interaction essays), heuristic evaluation, standards compliance inspection and TICESE technique.

With the achieved results in the evaluations, it was possible to notice a significant improvement in the general appearance quality of the software, a greater control of the interface by the user and an express increase in the level of usability of the interface and subjective satisfaction of the student during the interaction essays performed.

Keywords: Project of interfaces, guidelines, usability, educational softwares.

1 Introdução

A atual revolução tecnológica tem produzido diversas transformações. Cada vez mais o computador está presente nas diferentes áreas do conhecimento, torna-se acessível às pessoas com os mais distintos *backgrounds*, é utilizado como ferramenta em diversas tarefas e revela-se como uma das principais mídias de informação e comunicação.

Conforme afirma Levacov [LEV 98], todas as atividades relacionadas com a manipulação, edição, armazenamento, distribuição e recuperação de informações, assim como todas as formas de trabalho que lidem diretamente com dados textuais, simbólicos, numéricos, visuais e até mesmo auditivos, precisam agora adequar-se à forma digital.

Neste contexto, são inúmeras as situações nas quais as pessoas necessitam interagir com o computador, seja no trabalho, na escola, no comércio, no lazer e em suas próprias casas. E as interfaces exercem um papel fundamental nesta comunicação pois, para o usuário, o que importa é tão somente o que é percebido, ou seja, a parte “externa” do *software*, mais precisamente a interface, que é o componente que possibilita a sua interação com a máquina [LAU 90] [PRE 95] [MAN 97].

Alguns autores, porém, como [BON 97] e [GRA 97], chamam a atenção para o fato que tem aumentado, consideravelmente, a quantidade de *softwares* desenvolvidos com interfaces pobremente projetadas, que apresentam grande número de problemas de usabilidade, principalmente quando desenvolvidos por projetistas leigos em HCI (*Human-Computer Interaction*).

Isto acontece porque a percepção da importância da área de HCI, no desenvolvimento de software, é um fenômeno relativamente recente, em desenvolvimento, um domínio controverso e interdisciplinar, ainda pouco presente na maioria dos cursos de Ciência da Computação e similares, sem tradições acadêmicas equivalentes a outras áreas do conhecimento. Por isso, apesar de existirem abundantes fundamentos para tal área e, atualmente, estar sendo reconhecido seu valor no desenvolvimento das interfaces [BON 97] [PRE 95], a maioria dos métodos, técnicas e conceitos de HCI, como a usabilidade, ainda são pouco conhecidos e utilizados.

Conforme salienta [BON 97], informações indicam que, nos últimos anos, aproximadamente 48% do trabalho de programação foi dedicado à interface. Mas, obviamente, esse fato não permite tirar conclusões com referência a qualidade destas interfaces, pois, com frequência, o que se constata é que a grande maioria dos *softwares* não possuem uma interface de boa qualidade.

Isto pode ser observado em diversos produtos de multimídia, no lixo digital de grande parte da *www* com *design* de *home-pages* que ignoram requisitos básicos de bom senso, navegação e informação inteligível, sem falar nos consideráveis investimentos feitos em *softwares* educacionais descomprometidos com requisitos fundamentais relacionados ao projeto de interfaces (projetos estes que devem ser baseados em estudos da psicologia cognitiva, ergonomia, comunicação, engenharia de usabilidade, entre as demais áreas envolvidas) [PRE 95].

Em *softwares* educacionais, principalmente, mesmo que a interface não seja o único elemento responsável pela qualidade “educacional” do aplicativo, porque o conteúdo e a filosofia pedagógica que o compõe também desempenham um importante papel, é imprescindível que haja uma preocupação redobrada durante sua concepção. A razão disto é garantir que a interface não se torne ela própria um empecilho ou objeto de estudo para o aluno, mas que, ao contrário, sirva-lhe como um meio adequado, facilitador e estimulante, através do qual o aluno possa aprender novos conhecimentos, experienciar diferentes situações, adquirir e desenvolver as habilidades esperadas durante o planejamento das aulas e dos conteúdos [VAL 00b]

Projetar interfaces de boa qualidade, entretanto, é uma tarefa complexa, de grande amplitude, que envolve inúmeras questões, pois as necessidades e público-alvo variam de aplicação para aplicação. Para tanto, várias soluções vêm sendo propostas, incluindo o uso de heurísticas de projeto, especificação com modelos e/ou métodos formais, adoção de normas ou guias (para padronização) e técnicas de avaliação de usabilidade.

Todavia, por mais abrangentes e significativas que essas soluções possam parecer, a utilização generalizada de qualquer uma delas pode torna-se inadequada, devido as inúmeras particularidades envolvidas no projeto de interfaces em determinados tipos de *software*. Assim, busca-se através do desenvolvimento de soluções mais específicas e especializadas, tanto a eficiência de tais métodos, quanto sua real e adequada utilização [VAL 00a].

Desta forma, esta pesquisa na área de HCI aplicada a *softwares* educacionais representa um campo promissor de investigações, porque:

- neste tipo de *software* a necessidade por interfaces com bons níveis de usabilidade mostra-se mais evidente e diferenciada;
- os diferentes tipos de *softwares* educacionais (e ambientes computacionais) existentes possuem características distintas e exigem considerações específicas no projeto de suas interfaces;
- há deficiência de técnicas especializadas que promovam a usabilidade das interfaces focalizando aspectos de usabilidade às questões educacionais;

- o desenvolvimento de *softwares* educacionais muitas vezes é realizado por pessoas com *background* apenas em Ciência da Computação ou Educação ou Informática aplicada à Educação, sem conhecimentos que possibilitem ou direcionem a concepção de interfaces de boa qualidade.

Sabe-se, entretanto, que em se tratando de *softwares* educacionais, apenas uma boa interface não garante a aprendizagem, pois isto depende de outros fatores como a abordagem de ensino/aprendizagem na qual ele foi concebido e, como afirma La Taille [TAI 90], do destino que lhe der cada docente. Mas, se bem projetada, a interface pode fornecer condições para que este objetivo possa ser mais facilmente alcançado ou pelo menos oferecer o máximo de transparência, permitindo que aluno e professor se concentrem em suas respectivas tarefas. Portanto, desenvolver um guia de recomendações específico que oriente e auxilie no processo de desenvolvimento de interfaces, mostra-se como uma tentativa de promover bons níveis de usabilidade, em um tipo particular de *software* educacional.

1.1 Justificativa

Diante deste contexto, esta pesquisa converge para a questão de usabilidade de interfaces em *softwares* educacionais do tipo hipertexto/hipermídia informativo (em CD-ROM) e tem como justificativa e motivação para a realização deste trabalho, os seguintes fatores:

- o computador, hoje, domina quase todos os setores da nossa sociedade e sua utilização no ambiente escolar é inquestionável;
- observa-se a crescente tendência, das informações que interessam tanto ao aluno quanto ao professor, migrarem para o suporte digital e necessitarem do computador para serem acessadas, recuperadas, produzidas e editadas;
- existe a necessidade urgente do desenvolvimento de interfaces com bons níveis de usabilidade, principalmente, no que se refere ao software educacional;
- a pesquisa de interfaces em *softwares* educacionais surge como um campo promissor de investigações, pois, entre outras razões, muitas vezes estes *softwares* são desenvolvidos por pessoas sem conhecimentos que levem ao bom projeto de interfaces;
- técnicas de HCI integradas a práticas de Engenharia de *Software* tem se mostrado bastante eficientes no desenvolvimento de sistemas interativos, porém algumas questões ainda precisam ser melhor investigadas com relação a aplicabilidade destas técnicas ao projeto de interfaces;
- projetar interfaces de boa qualidade é uma tarefa complexa e o desenvolvimento de técnicas mais específicas mostra-se como uma tentativa de promover a usabilidade;

- a formação do grupo *GPESE (Grupo de Estudos e Pesquisa em Software Educacional)*, na Universidade de Passo Fundo, representa a possibilidade de dar continuidade a esta pesquisa, fornecendo também condições para realização de um estudo de caso previsto neste trabalho de dissertação.

1.2 Objetivos

Geral

Este trabalho tem por objetivo propor e avaliar (através de um estudo de caso) a utilização de um guia de recomendações como ferramenta de auxílio ao desenvolvimento de interfaces com usabilidade em *softwares* educacionais do tipo hipertexto/hipermídia informativo (para aplicações tipo *stand alone* em CD-ROM e outras mídias óticas afins, como DVD, *video disc* ou quiosques interativos).

Específicos

- Criar um guia de recomendações, com base no levantamento e estudo de diferentes fontes: a) princípios que fundamentam as atuais interfaces gráficas e os diferentes tipos de *softwares* educacionais, b) características utilizadas na avaliação de usabilidade, principalmente, dos *softwares* educacionais, c) publicações relacionadas a outros guias de estilo e de recomendações, assim como, a aspectos importantes a serem considerados no projeto de interfaces;
- Avaliar a utilização do guia e, parcialmente, validar a pesquisa aplicando testes de usabilidade em diferentes módulos de um *software* educacional, do tipo hipertexto/hipermídia informativo, desenvolvidos (pelos mesmos projetistas) respectivamente antes e depois da utilização do guia de recomendações, verificando e comparando os resultados obtidos;
- Disponibilizar este guia de recomendações viabilizando, assim, sua utilização por outros projetistas com semelhantes necessidades e expectativas.

1.3 Delimitações do trabalho

Esta pesquisa prevê a definição e concepção de um guia de recomendações:

- para o projeto de interfaces em *softwares* educacionais do tipo hipertexto/hipermídia informativo (em CD-ROM, para ser utilizado na modalidade *stand alone*);
- direcionado a projetistas de *softwares* educacionais sem formação e conhecimentos sistemáticos na área de HCI (atendendo, em especial, as necessidades e expectativas apresentadas pelos projetistas do grupo GPESE);

- composto por recomendações sugestivas para a utilização e configuração de objetos de interação, relacionando aspectos de usabilidade a questões educacionais;

1.4 Metodologia

Os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho de dissertação envolvem as seguintes atividades e etapas de pesquisa:

1.4.1 Etapa de definição

- Definição dos projetistas que farão uso do guia, bem como, do tipo de interface a ser tratada pelas recomendações;
- Análise das necessidades e expectativas dos projetistas, através de:
 - conversas informais junto a população alvo do guia, objetivando delinear a experiência e conhecimento dos projetistas,
 - análise da interface do *software* educacional desenvolvido sem a utilização do guia de recomendações,
 - análise da interface de outros *softwares* educacionais, com semelhantes características ao *software* educacional desenvolvido sem a utilização do guia;
- Análise do estado da arte dos seguintes guias de estilo e de recomendações:
 - *The Windows Interface Guidelines – A Guide por Designing Software*,
 - *Macintosh Human Interface Guidelines*,
 - *Guia de estilo para serviços de Informação em Ciência e Tecnologia via Web*,
 - *Guia de estilo para Seleção de Objetos de Interação*,
 - *Principles and Guidelines in Software User Interface Design*,
 - *Guide Ergonomique de la présentation des applications hautement interactives*,
 - *Guidelines for designing user interface software*;
- Definição da abordagem, abrangência e estrutura a ser adotada no guia de recomendações;
- Revisão bibliográfica de publicações relevantes a produção do trabalho, por meio de:
 - leitura e análise de textos e materiais coletados, delimitando os assuntos de interesse,
 - seleção e triagem das informações e indicações aplicáveis ao guia de recomendações.

1.4.2 Etapa de elaboração, revisão e adequação

- Elaboração da 1ª versão do guia, em grande parte realizada, através da seleção e triagem das recomendações existentes nas seguintes fontes de pesquisa: guias de estilo e de recomendações analisados e revisão bibliográfica de diversas publicações;
- Revisão da consistência das recomendações e inclusão das modificações sugeridas.

1.4.3 Etapa de avaliação

- Utilização do guia através de um estudo de caso, envolvendo os seguintes procedimentos:
 - avaliação da usabilidade da interface de um *software* educacional do tipo hipertexto/hipermídia desenvolvido (por projetistas do grupo GEPESE) sem a utilização do guia de recomendações,
 - utilização do guia (pelos mesmos projetistas do grupo GEPESE) na implementação (do protótipo) de um novo módulo do mesmo *software* educacional anteriormente avaliado,
 - avaliação da usabilidade da interface do novo módulo desenvolvido através da utilização do guia de recomendações,
 - comparação dos resultados obtidos nos testes de usabilidade;
- Correção e melhoria do guia a partir de observações, sugestões e críticas obtidas durante sua utilização;
- Elaboração da versão final do guia e sua disponibilização, através do endereço <http://www.inf.ufrgs.br/~evaliati>.

1.5 Estrutura da Dissertação

O núcleo desta dissertação está dividido em duas partes: a Revisão Bibliográfica, que compreende o estudo dos diferentes tipos de *softwares* educacionais e do estado da arte na área de interfaces, e a descrição sistemática do trabalho desenvolvido, através das etapas de definição, elaboração e avaliação do guia de recomendações.

Por esta razão, o presente trabalho está organizado da seguinte maneira:

O capítulo 1 apresenta uma breve Introdução sobre o tema da dissertação, a justificativa do estudo, os objetivos da pesquisa e a metodologia utilizada.

A parte I, que compreende os capítulos 2 e 3, discute a introdução da informática no contexto escolar e descreve os diferentes tipos de *softwares* educacionais, no capítulo 2, e apresenta o estado da arte no desenvolvimento de interfaces com usabilidade, no capítulo 3.

A parte II, que compreende os capítulos 4 e 5, relata o trabalho desenvolvido descrevendo as atividades realizadas nas etapas de definição, elaboração e avaliação do guia de recomendações, no capítulo 4, e apresenta a aplicação do Guia a um estudo de caso, no capítulo 5.

O capítulo 6 apresenta as conclusões e considerações finais sobre o trabalho realizado e recomendações sugeridas para a realização de trabalhos futuros.

O anexo é dedicado a apresentação do guia de recomendações, bem como, de outras documentações relevantes a compreensão do trabalho.

2 Introdução dos Computadores na Área Educacional

A informática, hoje, está presente em todos os setores da sociedade e em quase todos os campos dos afazeres profissionais e ocupacionais. Mas é talvez, no campo educacional que a informática mereça uma atenção especial, visto que é dele que depende, em grande parte, a educação e preparo de nossa sociedade.

As perspectivas do uso de múltiplas alternativas tecnológicas na educação são cada vez maiores e mais promissoras. Técnicas de Inteligência Artificial, processos distribuídos, sistemas baseados em conhecimento, desenvolvimento de interfaces gráficas, hipertexto/hipermídia, redes educativas, *groupware*, aprendizagem cooperativa, entre outras, oferecem um enorme potencial e colocam à disposição dos educadores meios nunca antes imaginados para serem utilizados no processo de ensino-aprendizagem [CLU 96].

Paralelo a isto, a inserção das novas tecnologias da informática na educação brasileira, já está se tornando, para muitas escolas, uma realidade. Pois, conforme Serpa [SER 98], somada a algumas iniciativas tanto do poder público como privado, tem sido lançados programas de incentivo a utilização de computadores nas escolas, como é o caso do PROINFO - Programa Nacional de Informática na Educação, que em parceria com as Secretarias de Educação dos Estados e Municípios, pretendem e tem equipado diversas escolas da rede pública. Isto sem mencionar a rede privada, onde muitas escolas já possuem uma alta concentração de computadores, para apoiar o ensino de diferentes disciplinas.

Muitas questões já foram discutidas sobre a validade ou não da introdução dos computadores no contexto escolar. Porém, por mais polêmica e desafiadora que possa ser sua presença nas escolas, vários autores, como [GAM 98] [GAL 97] [MER 97], destacam que sua utilização hoje no setor educacional é inevitável.

Desta forma, atualmente, a discussão em torno da informática na educação incide sobre a forma mais adequada de utilizá-la para um maior enriquecimento do ambiente educacional [GAM 98] e reforça-se a reflexão em torno de outras questões fundamentais, como: o que é o aprendizado, qual é o papel que a informática deve assumir dentro das escolas; quais são os pressupostos ideológicos e pedagógicos que devem nortear os projetos nesse campo; como deve ser a formação/capacitação dos professores para utilização desse novo recurso tecnológico; qual é o papel do professor dentro deste novo contexto, bem como, quais questões devem ser envolvidas no desenvolvimento e avaliação dos *softwares* educacionais [SER 98] [SIL 96].

Em suma, Gamez [GAM 98] destaca que a utilização de PEIs (produtos educacionais informatizados) em um dado ambiente educacional, deve levar em conta: a

maneira como os indivíduos aprendem, a interface do *software* com relação a sua capacidade de contribuir para que o aprendizado se efetue, os modelos intrínsecos de aprendizagem e os aspectos relacionados às qualidades pedagógicas neste tipo de produto.

Portanto, diante desta conjuntura, o grande desafio que se coloca, hoje, é que os computadores não apenas estejam presentes nas escolas, mas que cumpram com o propósito de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem e o faça de maneira eficiente, criando ambientes educacionais que efetivamente acrescentem valor a quem deles se utiliza, aceitando que esses ambientes se componham de um modo próprio e adequado de apresentação e representação do conhecimento, congregando diversos aportes tecnológicos e, com base nisso, propor aplicações que respondam às questões, expectativas e necessidades da sociedade atual.

2.1 Formas de Utilização da Informática no Contexto Escolar

A existência e utilização de diferentes tipos de *softwares* na área educacional, por um lado, determina as diferentes modalidades de seu uso com relação aos aspectos pedagógicos envolvidos e, por outro, tem o objetivo de atender a uma ampla gama de domínios de conhecimento, de disciplinas e de diversidade de interesses.

Uma possível classificação sobre a utilização da informática no contexto escolar é proposta por Knezek [KNE 88], na qual ele classifica os *softwares* educativos de acordo com a maneira como o conhecimento é manipulado, em: geração de conhecimento, disseminação de conhecimento e gerenciamento da informação.

Dwyer apud [GAL 97] categoriza os SEs (*softwares educacionais*) conforme o enfoque educativo predominante neste tipo de material, dividindo-os em *software* do tipo algoritmo e *software* do tipo heurístico. Sendo que, no *software* do tipo algoritmo predomina a aprendizagem via transmissão do conhecimento, ao passo que no *software* do tipo heurístico, predomina a aprendizagem por descoberta.

Para Valente apud [GAM 98], o computador pode ser usado na educação como máquina de ensinar ou como ferramenta. O uso do computador como máquina de ensinar caracteriza-se como uma versão computadorizada dos métodos tradicionais de ensino, o que do ponto de vista pedagógico ele denomina de paradigma instrucionista, no qual o computador ensina o aluno através da transmissão de conhecimentos. No entanto, o computador utilizado como ferramenta permite que o aluno, interagindo com objetos de seu interesse, construa seu próprio conhecimento, enriquecendo assim os ambientes de aprendizagem, o que pedagogicamente poder-se-ia chamar de paradigma construcionista, no qual a ênfase está na aprendizagem invés de estar no ensino; na construção do conhecimento e não na instrução.

Porém, uma das formas mais utilizadas na literatura para esta classificação é apresentada por Taylor [TAY 80], onde ele sugere que todas as aplicações usadas na área educacional podem ser classificadas como tutor (*tutor*), como ferramenta (*tool*) ou como aprendiz (*tutee*).

Em aplicações *tutor*, o *software* age como um tutor por desempenhar o papel de ensinar, de instruir o aluno. Este tipo de aplicações recebe, freqüentemente, diferentes denominações tais como *computer-based instruction* (CBI), *computer-assisted instruction* (CAI) ou *computer-assisted learning* (CAL), mas em geral seguem o mesmo processo [MER 97]:

- o computador apresenta algumas informações ao estudante;
- em seguida o estudante é convidado a resolver questões ou problemas relacionadas as informações apresentadas;
- o computador avalia o desempenho do estudante através de critérios específicos;
- e de acordo com este desempenho determina o próximo passo a seguir.

Entretanto, segundo Levacov [LEV 87], a pesquisa pedagógica demonstra que a maioria dos CAI e suas variações possui uma função estreitamente definida, acoplada a estratégias pedagógicas inapropriadas e teorias inadequadas da cognição humana, perpetuando um modo de ensino totalmente tradicional.

No segundo caso, em aplicações *tool*, o computador funciona como uma ferramenta através da qual o aluno manipula a informação por meio de diferentes aplicativos como processadores de texto, planilhas eletrônicas, editores gráficos, livros eletrônicos, etc.

Segundo esta modalidade o computador não é mais o instrumento que ensina o aprendiz, mas a ferramenta com a qual o aluno desenvolve algo, e, portanto o aprendizado ocorre pelo fato de estar executando uma tarefa por intermédio do computador.

Merrill, em [MER 97], destaca que estes aplicativos são extremamente úteis tanto para o aluno quanto para o professor. O aluno pode, entre outras atividades, calcular números com grande velocidade e exatidão; comunicar-se transmitindo e recebendo informações; elaborar, digitar e formatar textos; manipular informações e base de dados; consultar verbetes e livros eletrônicos; compor e editar gráficos, imagens, sons, animações e vídeos; e elaborar apresentações. Aos professores pode auxiliar na administração das atividades escolares, na elaboração das aulas e dos materiais didáticos.

Por sua utilidade prática e imediata, muitas ferramentas vem sendo desenvolvidas para apoiar as mais variadas atividades, transferindo ao computador a execução de tarefas tediosas, rotineiras e extremamente mecânicas [TAY 80]. Também,

com a crescente migração do texto (didático ou não) para o suporte digital, o próprio material de consulta nas bibliotecas começa, em grande parte, a residir no computador.

Por outro lado, o uso do computador como *tutee* refere-se ao *software* que permite o aluno ou o professor instruir o computador, tutorando suas atividades [TAY 80]. O computador torna-se o aprendiz, ou estudante, e o usuário (estudante) torna-se o tutor [MER 97].

Segundo Taylor [TAY 80], os benefícios são vários, porque antes do usuário ensinar ao computador como desempenhar alguma tarefa, primeiro ele deve compreender como realizá-la, e isto requer o desenvolvimento do pensamento, do raciocínio e das habilidades cognitivas. O que, para muitos educadores, representa a meta principal a ser atingida através da educação.

Para funcionar como tutelado, o computador pode ser usado, como um ambiente exploratório, onde um mundo limitado mas envolvente pode ser manipulado de diversas maneiras. Pode também, ser um micromundo sofisticado o suficiente para que o aluno possa expandí-lo em áreas e projetos que lhe sejam significativos [LEV 87].

Portanto, conforme destaca Taylor, o uso estendido do computador como *tutee* pode conduzir o foco da educação em sala de aula dos produtos finais ao processo, da aquisição de fatos e conceitos prontos a manipulação e compreensão dos mesmos.

2.2 Tipos de *Softwares* Educacionais (SEs)

Softwares educacionais são programas de computador concebidos com o propósito de auxiliar no desenvolvimento de habilidades e no processo de ensino/aprendizagem de determinados conteúdos, mediante a utilização de uma interface computadorizada, uma proposta de ensino e objetivos educacionais preestabelecidos.

Pois, conforme explica Stahl apud [LUM 99], este tipo de *software* é desenvolvido para atender objetivos pré-definidos, onde a qualidade técnica se subordina às condições de ordem pedagógica que orientam seu desenvolvimento.

Para Gamez [GAM 98], denomina-se *software* educacional todos aqueles programas que permitem cumprir ou apoiar funções educativas, ou seja, compõe este tipo de *software* todas aquelas aplicações cujo propósito é auxiliar diretamente o processo de ensino/aprendizagem.

Segundo Oliveira [OLI 87], o que caracteriza um *software* educacional depende do cunho científico em seu aspecto pedagógico, político e/ou ideológico contido tanto

no projeto como na sua forma de utilização. Portanto, todo *software* educacional reflete necessariamente, uma concepção de ensino e aprendizagem, resultante de uma visão filosófica da relação sujeito-objeto.

Entretanto, Melgarejo apud [RAM 95], afirma que um *software* educacional não tem condições de impor um modelo pedagógico, mas favorece certas práticas em detrimento de outras, estimulando determinadas maneiras de pensar e agir.

Neste ponto, é importante notar que tanto as diferentes modalidades de uso do computador, bem como, os diferentes tipos de *software* educacional estão diretamente ou indiretamente relacionados a estilos pedagógicos de trabalho, ou seja, as diferenciadas teorias ou metodologias de ensino/aprendizagem. Isto quer dizer, que todos os *softwares* educacionais contêm em seus projetos, implícita ou explicitamente, uma opção teórica de ensino e aprendizagem que é privilegiada no produto.

Também, é necessário compreender, que cada tipo de *software* educacional apresenta características próprias, contribuições e implicações. E, estas precisam ser explicitadas e discutidas de modo que as diferentes modalidades possam ser usadas adequadamente nas situações de ensino-aprendizagem, criando ambientes propícios, onde se efetive tanto a aquisição como a construção do conhecimento.

Os *softwares* educacionais podem ser classificados de acordo com diferentes abordagens, enfoques ou ambientes computacionais nos quais se encontram inseridos. Tendo em vista a existência de diversos tipos de *softwares* educacionais e modalidades de uso do computador na escola, apresenta-se a seguir uma breve descrição os principais tipos de *softwares* educacionais utilizados hoje, analisando estes produtos segundo as funções educativas que assumem. Porém, dando-se maior ênfase ao tipo hipertexto/hipermídia informativo objeto de estudo desta dissertação.

Contudo, cabe ainda salientar, que embora existam tipos específicos de SEs, estes programas podem se apresentar de forma híbrida e complementar, uma vez que os enfoques e as funções educativas estão intimamente relacionadas [GAM 98]. Portanto, devido aos avanços tecnológicos e as pesquisas na área de informática educativa, alguns PEIs poderão incorporar características comuns de mais de um tipo de SE, no mesmo produto.

2.2.1 Exercício e Prática

Em aplicações exercício e prática (*drill-and-practice*), o computador é utilizado para revisar material visto em sala de aula principalmente, material que envolva memorização e repetição, com o objetivo de aumentar no aluno sua destreza e fluência

em certos conceitos e habilidades. Este tipo de SE envolve qualquer exercício, físico ou mental, que deve ser desempenhado regularmente e em constante repetição [MER 97].

Para Forcier [FOR 96], constitui-se em um tipo de técnica usada pelos professores para reforçar a instrução, provendo a repetição necessária para a aquisição de habilidades e conceitos. Este tipo de SE assume que o conteúdo abordado pelo programa tenha sido anteriormente explicado, ensinado e demonstrado pelo professor [MER 97].

De um exercício e prática, espera-se que permita reforçar e generalizar as habilidades que o aprendiz possa ter aprendido por outros meios, com: a necessária quantidade e variedade de exercícios; informações de retorno diferencial segundo o que o usuário demonstre, motivadores e reforçadores que ajudem o aprendiz a alcançar a meta estabelecida [GAL 97].

Estes SEs constituem-se de um tipo de CAI e são freqüentemente considerados usos triviais e inapropriados do computador. É a mais comum, conhecida e desacreditada das aplicações educacionais [LUM 99].

Porém, segundo Merrill [MER 97], há considerável evidência, de recentes pesquisas na área da teoria cognitiva que sugerem que sessões de exercícios e prática podem ser valiosas quando usadas apropriadamente. Os resultados destas pesquisas propõem que este tipo de SE pode servir para conduzir o aprendiz a um nível de automaticidade em sub-tarefas de baixo nível, permitindo-lhe desempenhar mais efetivamente tarefas de alto nível. Visto que, múltiplas tarefas são pré-requisitadas para o desempenho de tarefas mais complexas, alguns autores consideram aconselhável que certas múltiplas sub-tarefas sejam automatizadas.

Niquini [NIQ 96] ressalta que o computador, através deste tipo de *software*, pode gerar e administrar para o aluno problemas individualizados e guiá-lo na solução dos mesmo, prevendo exercícios para recapitular conteúdos já trabalhados em sala de aula, através de uma infinidade de exercícios que o aprendiz pode resolver de acordo com seu grau de conhecimento e interesse .

Usualmente, este tipo de SE deve prover uma variedade de questões com variados formatos, não se mostrar impaciente com o estudante, fornecendo-lhe diversas tentativas antes de apresentar-lhe a resposta correta, bem como, disponibilizar diversos níveis de dificuldades afim de atender necessidades individuais [HEI 89].

Forcier [FOR 96] sugere um formato típico usado pelos programas de exercício e prática, conforme fig. 2.1 o estudante deve interagir com o computador respondendo as questões solicitadas (requisitando o professor quando necessário). O computador prove o material a ser revisto (testado), fornece *feedback* apropriado as respostas do

aluno e geralmente registra uma taxa de acertos e/ou erros, fornecendo uma amostragem com *scores* ou percentuais.

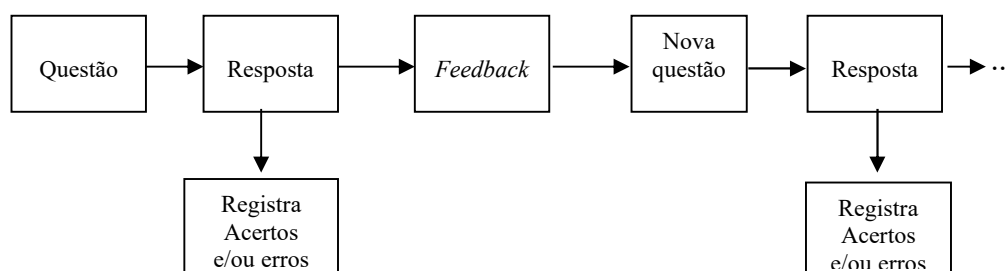


FIGURA 2.1 - Fluxo de controle dos SEs do tipo exercício e prática

Esta amostragem, de certa forma, elimina a parte mecânica da avaliação. Entretanto, não permite ao professor ter controle e uma visão mais profunda do processo de assimilação dos conteúdos, principalmente, com relação aqueles alunos com taxas de acertos muito pequenas.

2.2.2 Tutorial

Aplicações tutoriais tem por objetivo instruir os alunos, tutorando seu aprendizado. Consiste na apresentação de informações alternadas, com perguntas de verificação da aprendizagem ou de ativação. É a modalidade mais próxima a instrução programada¹, proporcionando instruções através de um diálogo entre o estudante e o computador [NIQ 96].

Em um tutorial, o computador passa a ser o instrutor do estudante [LUM 99], podendo adaptar-se às necessidades específicas do aluno, ensinando e controlando o andamento e progresso de sua aprendizagem, de forma adequada, paciente e personalizada.

A tendência dos bons programas tutoriais é empregar técnicas de Inteligência Artificial, que permitam analisar padrões de erro, avaliar o estilo e a capacidade de aprendizagem do aluno, fornecendo instrução específica e atendimento personalizado a estudantes que apresentem dificuldades de aprendizagem em determinados conteúdos VAL 93 apud [GAM 98].

Idealmente, os programas tutoriais devem solicitar respostas dos estudantes, convidando-os a desempenhar ou aplicar conceitos ou habilidades aprendidas. Por

¹ A instrução programada consiste em dividir o material a ser ensinado em módulo encadeados, que alternadamente apresentam ao aluno conceitos a serem aprendidos e questões a serem respondidas e avaliadas.

exemplo, se o tutorial está ensinando um conceito, os estudantes podem ser convidados a fornecer exemplos e contra-exemplos daquele conceito [MER 97].

Galvis [GAL 97] enfatiza que de um *software* tutorial presume-se que vá além dos SEs de exercício e prática, que ajude o aluno na apropriação do conhecimento, através da apresentação contextualizada e dosada do conteúdo, como preâmbulo ou complementação da exercitação.

Conforme diagrama (fig. 2.2), proposto por Forcier [FOR 96], os tutoriais expõem ao estudante um conteúdo, que acredita-se ainda não ter sido previamente ensinado ou aprendido. O computador, freqüentemente, *a priori* avalia o conhecimento do aluno, depois apresenta o material instruindo o aluno para que ler, observar ou interagir (através de instruções que usualmente seguem um modelo linearmente programado), incluem uma seção de teste (com *feedback*), para assegurar que o estudante leu e apreendeu determinados conteúdos. Apresenta novas informações ao estudante e o questiona sobre o que foi apresentado. Usualmente, oferece acompanhamento inicial (*guidance*), na forma de diálogos, e *feedback* apropriado para encorajar o estudante a responder corretamente as lições, repetindo este procedimento *n* vezes até alcançar os objetivos propostos.

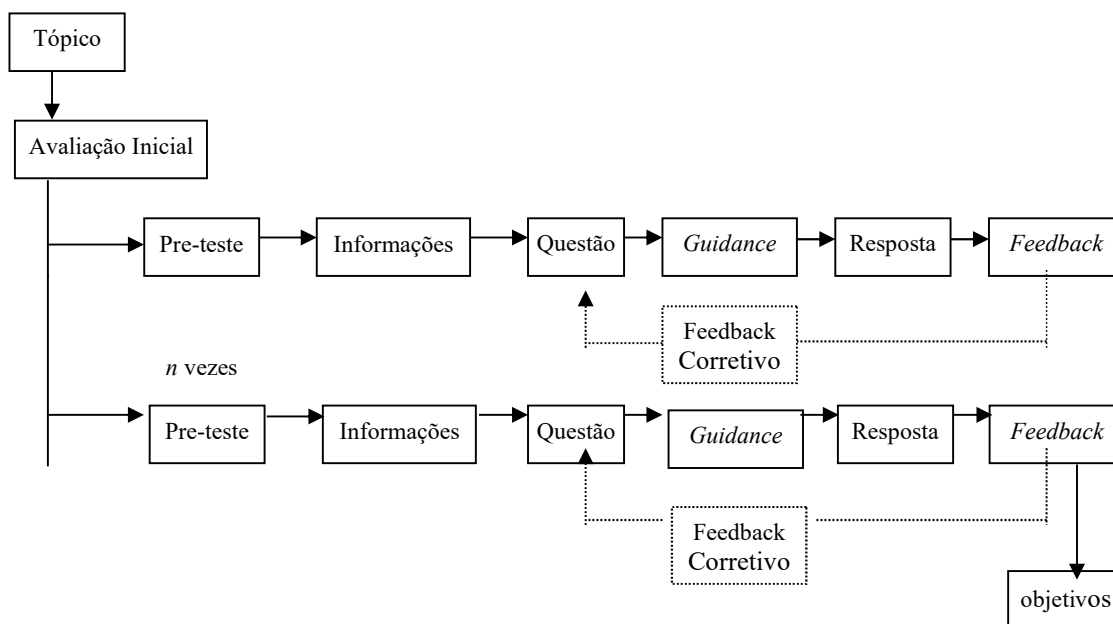


FIGURA 2.2 - Fluxo de controle dos SEs do tipo tutorial

Este autor, porém, ressalta que certos tutoriais empregam técnicas de *branching*, provendo caminhos alternativos para remediação ou aceleração na apresentação de determinados conteúdos, bem como, registram as respostas dos alunos, permitindo que o professor analise e acompanhe seu desempenho.

2.2.3 Sistemas Tutores Inteligentes (STIs)

Tutores inteligentes ou ICAI - *Intelligent Computer Assisted Instruction* ou ainda STIs - Sistemas Tutores Inteligentes são produtos de *softwares* voltados para a educação, que se constituem de um modelo de tutoria ou modelo de professor, um modelo cognitivo ou modelo de aluno, um meio de comunicação e uma base de conhecimento.

Os STIs são programas de auxílio ao ensino projetados de forma a incorporarem técnicas de Inteligência Artificial de modo a torná-los capazes de saber o QUE ensinar, a QUEM ensinar e COMO devem ensinar [VAL 98].

Pois, conforme destaca Viccari [VIC 90], um tutor inteligente deveria ser capaz de perceber a intervenção do estudante, aprender a dialogar com ele, orientá-lo, diagnosticar suas deficiências e oferecer instrução, de acordo com seu estilo cognitivo. Neste tipo de programa, a interface deve ser capaz de oferecer diferentes tipos de ambientes de aprendizagem, ser adaptável e permitir chegar facilmente ao conhecimento desejado [GAM 98].

Portanto, o principal objetivo de um STI é ensinar o aluno, não apenas expondo todo o conteúdo de um domínio restrito, mas apresentando-o da melhor maneira possível a fim de que o aluno consiga compreender ao máximo todo o ensinamento. Uma das propostas dos STIs é utilizar-se de métodos de ensino, não de forma genérica, mas de forma individualizada, de acordo com o ritmo e as características individuais de cada aluno [GIR 98].

Estes programas incorporaram a tecnologia dos Sistemas Especialistas e por derivarem dos programas do tipo CAI oferecem vantagens sobre estes, porque podem simular o processo do pensamento humano, dentro de um determinado domínio, para auxiliar com estratégias na solução de problemas ou na tomada de decisões FOW 91 apud [VAL 98].

Entre alguns recursos desejáveis que um STI deve conter, para uma comunicação eficiente usuário/sistema, estão:

- possibilitar diferentes estilos de interação, fazendo com que o usuário escolha o melhor estilo para enriquecer seu processo de ensino-aprendizagem;
- possuir uma interface fácil com o sistema tutor;
- e minimizar o tempo de resposta às questões formuladas.

A estrutura de um STI constitui-se dos seguintes modelos [VAL 98]:

- *modelo do especialista* - é fundamentalmente uma base de conhecimento, contendo informações de um determinado domínio, que é organizada de alguma maneira para representar o conhecimento de um especialista ou professor;

- *modelo do estudante* - contempla todos os aspectos do conhecimento e do comportamento do estudante que tragam conseqüências para o seu desempenho e aprendizagem, guardando informações sobre seu conhecimento, preferências pessoais e conquistas dentro do sistema.
- *modelo pedagógico* - contém o conhecimento necessário para tomada de decisões sobre quais métodos e técnicas didáticas devem ser empregadas dentre aquelas disponíveis no sistema, detectando as necessidades de aprendizagem do estudante com base nas informações do modelo do estudante e na solução do professor, contidas no modelo do especialista.
- *modelo da interface com o estudante* - é responsável pelo fluxo de comunicação de entrada e saída, proporcionando a comunicação em ambas as direções e realizando a tradução entre a representação interna do sistema e a linguagem de interface, de maneira compreensível ao estudante

E, basicamente, sua implementação requer a utilização de uma abordagem sistemática, na qual, durante uma sessão educacional, o sistema monitora a performance do estudante e tenta apurar o conhecimento que o estudante detém. Este processo de diagnóstico é realizado pela comparação do estado de conhecimento atual do estudante com o conhecimento contido no modelo do especialista. Os resultados desta comparação são passados para o modelo pedagógico, onde as decisões são tomadas sobre que informações devem ser transmitidas, quando e como, através da interface do sistema com o estudante.

2.2.4. Simulador

Simulador é um tipo de *software* educacional utilizado para reforçar a aprendizagem, fornecendo ao aluno um ambiente para a descoberta do conhecimento, no qual pode adquirir habilidades e testar conceitos [FOR 96]. A simulação é uma representação ou modelo real ou imaginário de um objeto, sistema, fenômeno ou situação.

A simulação por ser uma representação (ou modelagem) simbólica e representativa da realidade deve ser utilizada a partir da caracterização dos aspectos essenciais de um fenômeno, ou seja, deve ser empregada como uma ferramenta complementar a aprendizagem dos conceitos e princípios básicos relacionados a um tema em questão [CAM 94].

Os simuladores apesar de serem considerados *softwares* pertencentes a modalidade tutor, promovem de maneira ímpar a aprendizagem por descoberta permitindo assim que o aluno construa seu conhecimento através da manipulação de objetos de seu interesse. Porém, conforme reafirmam [HEI 89] e VAL 93 apud [GAM 98], para atingir os objetivos propostos, estas aplicações devem ser vistas como

ferramentas complementares de aprendizagem, necessitando de um acompanhamento gradual de explicações formais, leituras e discussões em sala de aula.

A compreensão de certos aspectos, principalmente, da astronomia, química, física, biologia e geografia pode ser fortemente favorecida através das simulações. Para Niquini [NIQ 96], tratam-se de ambientes de aprendizagem, através dos quais o estudante pode interagir com a finalidade de indagar as características de um modelo ou de adquirir confiança e capacidade operativa referente a uma situação.

A simulação envolve a criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real, permitindo a exploração de situações fictícias e/ou de risco; de experimentos que são muito complexos, caros ou que levem muito tempo para se processarem; e de situações impossíveis de serem obtidas ou experienciadas na vida real [FOR 96] [MER 97] VAL 93 apud [GAM 98].

Desta forma, oferece ao aprendiz a possibilidade de desenvolver e testar hipóteses; refinar conceitos; aprender através da experiência; trabalhar em grupo e envolver-se em situações que requeiram ações, escolhas e a tomada de decisões.

Os simuladores são uma das aplicações mais poderosas e fascinantes que se pode fazer com o computador, porém, o valor de uma simulação advirá do cuidado com que foi construída, do número de variáveis envolvidas, com a veracidade dos *loops* causais e a verossimilhança do modelo apresentado [LEV 87].

Para ilustrar uma típica simulação, Forcier [FOR 96], através da fig. 2.3, sugere um fluxo comum de eventos, no qual o computador após expor o conceito e as regras/diretivas envolvidas na simulação, apresenta ao aluno um situação a ser experienciada, convidando-o a interação, após avaliar sua ação e escolhas apresenta em seguida os resultados, podendo propor novas situações ou a modificação de algumas variáveis envolvidas na atual situação sendo simulada.

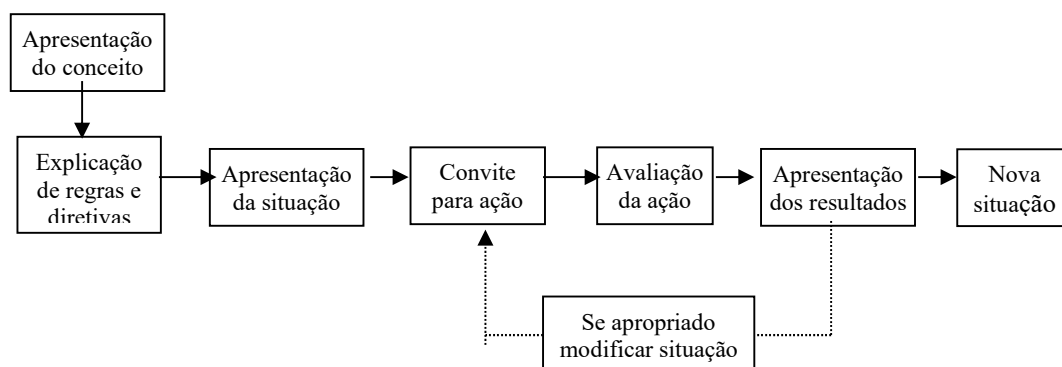


FIGURA 2.3 - Fluxo de controle dos SEs do tipo simulador

2.2.5 Jogos Educacionais

Os *softwares* do tipo jogos educativos, geralmente, envolvem elementos de desafio ou competição e utilizam-se de variados recursos para despertar e motivar o aluno para uma dada situação de aprendizagem. Não ensinam explicitamente, mas por meio deles aprende-se partindo da vivência lúdica e, conseqüente, reflexão sobre a mesma [GAL 97].

O lúdico influencia consideravelmente o desenvolvimento da criança, pois através do jogo ela aprende a agir, a adquirir iniciativa e autoconfiança. Proporcionando, assim, o desenvolvimento da linguagem, do pensamento e da concentração [VYG 89].

Os jogos, em geral, e neles inclui-se os educativos baseiam-se em atividades físicas e mentais fundamentadas num sistema de regras que definem perdas ou ganhos. Assim, voltados ao reconhecimento da existência de uma estratégia vencedora correspondem e envolvem um certo nível de desenvolvimento cognitivo. Através dos jogos se aprende a negociar, a persuadir, a arriscar, a cooperar, a respeitar a inteligência dos adversários, a projetar conseqüências e táticas de ação, conforme FON 93 apud [CAM 94].

Heinich [HEI 89] destaca que em estudos antropológicos nota-se que as sociedades primitivas freqüentemente utilizavam o jogo para aculturar seus membros e ensinar-lhes táticas de sobrevivência, o que ainda pode-se considerar verdade para as sociedades atuais.

Segundo este mesmo autor, Freud via o jogo como uma reordenação simbólica de eventos ameaçadores, uma válvula de escape para aliviar a pressão causada em crianças inseridas em práticas culturais repressoras. Por outro lado, Jean Piaget considerava o jogo como uma manifestação de assimilação, um dos processos mentais fundamentais para o desenvolvimento intelectual.

Do ponto de vista da criança, os jogos constituem a maneira mais divertida de aprender, canalizando suas energias e transformando em prazer as atividades mais tediosas e cansativas. Através do ato de brincar, a criança encontra uma forma de "(...) desenvolver a capacidade de fazer perguntas, de encontrar respostas, de descobrir novas soluções, de repensar situações, de encontrar e reestruturar novas relações" PIR 89 apud [LUM 99].

Conforme Stahl apud [LUM 99], as atividades lúdicas podem contribuir significativamente para o processo de construção do conhecimento, além de ser uma fonte de prazer e descoberta. Assim, proporcionando ao aluno um ambiente de aprendizagem rico, atrativo e estimulante.

Entretanto, Merrill [MER 97] chama atenção para o fato de que apesar do desafio e da competição serem os principais elementos que tornam os jogos educacionais divertidos e motivantes, podem também desviar a atenção do estudante do conceito envolvido no jogo.

Portanto, o computador utilizado de forma lúdica, por meio dos jogos educativos, pode explorar um determinado ramo do conhecimento, além de trabalhar e desenvolver no aluno habilidades e capacidades, como: a destreza, a associação de idéias, o raciocínio lógico e indutivo, a memória, a atenção, a senso de observação, a criatividade e a autonomia.

2.2.6 Hipertexto/hipermídia Informativo

Os *softwares* do tipo hipertexto/hipermídia informativo apresentam dados contextualizados e dosados de um determinado conteúdo, através de um estrutura não linear de múltiplos canais de informação, criando assim um ambiente de aprendizagem onde o aluno, explorando e interagindo com os elementos da interface, pode buscar e adquirir informações, como também, construir seu próprio conhecimento através de relações.

Hipertexto é definido como uma forma não linear de armazenamento e recuperação de informações textuais, que podem ser acessadas em qualquer ordem, através da seleção de tópicos de interesse, permitindo, assim, explorar idéias por associação, descobrindo ligações conceituais entre seções de assuntos relacionados.

A busca de informações em estruturas de hipertexto promove um processo interativo onde o aluno possui a autonomia para decidir que assuntos explorar. Através desta postura, mais ativa, o aluno de certa forma conduz o seu processo de aprendizagem, podendo ser incentivado a refletir sobre suas escolhas e ações, e a elaborar estratégias que possibilitem alcançar um maior aprofundamento em um determinado assunto, exercitando assim sua capacidade de aprender a aprender [RAA 99].

O termo multimídia refere-se a combinação de diversos tipos de mídia, tais como textos, imagens, sons, animações e vídeos, em uma única aplicação de computador [MER 97].

Visto que, no mundo real, a aprendizagem dos seres humanos se dá constantemente envolvendo todos os órgãos do sentido e uma variedade de mídias, como jornais, livros, radio e televisão. A multimídia apresenta informações de uma forma natural, multisensorial, permitindo que o aluno não apenas leia, mas visualize, escute, observe e interaja com diferentes tipos de mídia e de informação, auxiliando, deste forma, a aprendizagem por descoberta [FOR 96] [HEI 89].

Neste sentido, Greenfield apud [CAS 97] comenta que cada tipo de mídia apresenta características que a tornam mais ou menos adequadas, para comunicar determinados tipos de informação ou conceito. Este fato influencia no processo cognitivo ao atuar sobre os sentidos, ativando conjuntos específicos de habilidades. Portanto, as mídias desempenham papéis complementares no processo de aprendizagem.

Para Heinich [HEI 89], o conceito de multimídia, para uma proposta educacional, envolve muito mais do que o uso de múltiplas mídias. Envolve a integração de cada dado e formato de mídia em uma estrutura sistemática de apresentação, ou seja, neste caso, cada dado é projetado para complementar os demais, com o propósito de contribuir para a melhor compreensão de um determinado conteúdo, através da riqueza de informações.

Segundo Merrill [MER 97] o termo hipermídia é freqüentemente usado como um sinônimo para multimídia; contudo, o prefixo *hyper* sugere a conotação de algo extra, a mais ou além. Hipermídia é, para muitos autores, uma extensão do conceito de hipertexto em multimídia, por incorporar outras modalidades de mídia, como o som e a imagem. Assim, a associação entre hipertexto e multimídia define para estes o conceito de hipermídia: textos, imagens e sons tornam-se disponíveis à medida que o usuário percorre as ligações existentes entre eles [CAS 97].

Portanto, hipermídia trata-se de um estilo de construção de *software*, no qual a informação é armazenada através de diferentes mídias, os nós (as ligações entre estas mídias) encontram-se organizados de forma explícita ou implícita em uma ou mais estruturas, podendo os usuários ter acesso a todas as informações, navegando e interagindo entre as diversas estruturas e mídias disponíveis, conforme Macdaid apud [CAM 94].

Assim, Halasz apud [HEL 88], considera a hipermídia como uma das mais excitantes ferramentas de aprendizagem, porque o aluno pode aprender e adquirir conceitos através de uma rede semântica de conhecimentos, selecionando o material de estudo baseado nas suas necessidades, interesses e motivações.

Para Gamez [GAM 98], enquadram-se como *softwares* educacionais do tipo hipertexto/hipermídia informativo, os *softwares* do tipo livro eletrônico, como é o caso das enciclopédias, ou todos aqueles *softwares* que pretendem apresentar uma informação específica a ser aprofundada, cujo conteúdo de leitura e interpretação é significativamente maior que a exercitação e prática de situações hipotéticas do mundo real.

Campos [CAM 94] considera este tipo de aplicação adequada a educação, por possibilitar, através de uma estrutura não linear, uma postura exploratória do conteúdo a

ser assimilado, estando, assim, relacionada a uma aprendizagem ativa. Oferece, potencialmente, ao aluno a oportunidade de "curiosear", de explorar e propor suas próprias relações [GAL 97], despertando-lhe, assim, o desejo de ver, informar-se e aprender.

Trata-se de aplicações onde navegar é um modo comum de ação, onde o que é importante na informação é saber acessá-la e agir a partir dela, interpretando e relacionando fatos, conceitos e idéias. Tornando o computador um meio didático capaz de favorecer a formação de uma mentalidade voltada à auto-aprendizagem, à pesquisa e à descoberta, unida a uma particular sensibilidade para lidar com as informações e a comunicação [NIQ 96].

É importante, portanto, que o *design* das interfaces dos sistemas de hipermídia ampare o aluno que necessita lidar com grandes e complexos volumes de informação [BAR 88]. A efetividade do aprendizado também depende de um ambiente interativo e prazeroso num diálogo que apenas um bom projeto de interface pode possibilitar.

Pois, segundo Laufer apud [RAA 99], as aulas tendem a se aproximar cada vez mais de um formato relacionado as áreas de entretenimento, visto que a nova geração de estudantes, educada sob a cultura da comunicação digital, está acostumada ao consumo descentralizado de informações, onde a interface se aproxima cada vez mais com a dos jogos, dos *softwares* de entretenimento e dos *browsers* de navegação na Internet.

Desta forma, a utilização dos *softwares* educacionais do tipo hipertexto/hipermídia informativo apresenta, entre outras, vantagens a possibilidade de:

- apresentar, de forma associativa, dados contextualizados sobre um determinado conteúdo;
- integrar vários tipos de mídia em uma mesma aplicação, atingindo múltiplos canais de comunicação;
- criar ambientes de aprendizagem onde o aluno, explorando e interagindo com elementos da interface, pode buscar, adquirir e construir o conhecimento;
- explorar idéias por associação, descobrindo ligações conceituais entre seções de assuntos relacionados;
- promover um processo interativo onde o aluno possui a autonomia para decidir que assuntos explorar, conduzindo seu próprio processo de aprendizagem;
- apresentar informações de uma forma natural, permitindo que as mídias desempenham papéis complementares no processo de aprendizagem;
- contribuir para a melhor compreensão de um determinado conteúdo, através da riqueza de informações;

- auxiliar a aprendizagem por descoberta, despertando no aluno o desejo de ver, informar-se e aprender;
- favorecer a formação de uma mentalidade voltada à auto-aprendizagem, à pesquisa e à descoberta;
- desenvolver a capacidade de interpretar e relacionar fatos, conceitos e idéias;
- auxiliar na aprendizagem de disciplinas e conteúdos difíceis de aprender e de ensinar por outros meios;
- tornar a aprendizagem mais prazerosa, através de uma interface mais atrativa e envolvente;
- possibilitar um tratamento individualizado, respeitando estilos e ritmos de aprendizado diferenciados;

Contudo, por tratar-se de um *software* cuja a aprendizagem está intimamente relacionada e dependente da motivação intrínseca do aluno, em explorar um ambiente buscando, relacionando, interpretando e adquirindo informações, precisa ser tanto quanto possível: atrativo, envolvente e rico de informações.

Conforme Gamez [GAM 98], neste tipo de *software* deseja-se que seja apresentado uma documentação de fácil entendimento e que armazene informações com capacidade adequada ao nível de conhecimento do aluno. Os conteúdos devem ser corretos e completos, não apenas do ponto de vista dos conceitos, mas também do ponto de vista lingüístico [NIQ 96].

2.3 Considerações Finais

As possibilidades de uso do computador como ferramenta educacional estão crescendo e os limites dessa expansão são desconhecidos. Cada dia surgem novas maneiras de utilizá-lo como recurso para enriquecer e favorecer o processo de aprendizagem.

Como pode-se perceber, através deste capítulo, existem diversas modalidades de uso do computador na educação, bem como, diferentes tipos de *softwares* educacionais. Entretanto, é importante notar que estas diferentes modalidades de utilizá-lo na educação vão continuar coexistindo. Pois, não se trata de uma ser melhor que a outra, visto que cada modalidade apresenta características próprias, vantagens e desvantagens, podendo desta forma serem utilizadas de maneira complementar atendendo, assim, diferentes situações e necessidades educacionais. Portanto, a coexistência destas modalidades é salutar e a decisão por uma ou outra modalidade deve levar em consideração a diversidade de variáveis que atuam no processo de ensino/aprendizagem.

Pois, conforme comenta Knezek [KNE 88], nem todas as necessidades vão ser atendidas por um tipo específico de *software* educacional e nem todos os tipos de *softwares* educacionais são adequados para um caso determinado, como também, mais de um tipo pode ser utilizado de forma complementar para atingir diferentes objetivos de aprendizagem.

Desta forma, dada as inúmeras variáveis envolvidas nesta questão, Galvis [GAL 97] relata, através de experiências realizadas em colégios do Distrito Capital de Santafé de Bogotá, que nenhum tipo de *software* educacional por si só parece promover a aprendizagem, em matéria de resultados cognitivos e afetivos, mas entre as variáveis que concorrem para este fim está a maneira como o docente o articula e utiliza no processo de ensino-aprendizagem.

Mais ainda, a atual proliferação e o barateamento dos computadores começam a ter uma enorme influência na circulação do conhecimento e estão mudando a maneira como este conhecimento é adquirido, classificado, construído e distribuído, do mesmo modo que o livro impresso anteriormente, ou que o aumento da circulação humana, graças a criação e desenvolvimento de sistemas hidroviários, ferroviários e rodoviários. O livro eletrônico, em disquetes, CD-ROMs ou na Internet, refaz e multiplica o espaço da página, oferecendo a chance de resgatar a sala de aula do domínio da informação impressa (que instiga uma aceitação passiva do conhecimento como um conjunto de fatos e doutrinas cristalizadas) em favor de uma metodologia que encoraje as atividades exploratórias, a intervenção do aluno, a multiplicidade de perspectivas e a construção de um livro texto dinâmico que, graças a tecnologia da hipermídia, é ao mesmo tempo individualizado e coletivo, solicitando diferentes leituras num singular metatexto. No hipertexto, não há apenas um autor e um assunto, igualmente decodificado por muitos leitores. Há um texto potencial a ser construído interativamente por um leitor co-autor, com diferentes possibilidades de combinações e leituras. Há muitos leitores-autor escomunicando para outros tantos, simultaneamente alternando-se entre seus diferentes papéis, emissores e receptores, bi-direcionalmente. Em resumo: os alunos pesquisam, disponibilizam e re-alimentam a mesma rede com novas informações, criando uma teia hipertextual de novas associações e possibilidades [LEV 97].

3 Projeto de Interfaces

A crescente utilização do computador como ferramenta de trabalho, meio de comunicação, entretenimento e educação entre outros usos, vem exigindo, cada vez mais, o desenvolvimento de interfaces de melhor qualidade.

Conforme Preece [PRE 95], quando os primeiros computadores apareceram, em meados dos anos 50, eles eram difíceis de usar, embaraçosos e muitas vezes inacessíveis. Pois haviam várias razões para isto:

- eles eram máquinas muito grandes e caras;
- eles eram utilizados apenas por pessoal técnico e especializado, como programadores e engenheiros;
- não havia necessidade e tão pouco sabia-se como torná-los mais amigáveis, intuitivos e fáceis de usar.

Hoje, nenhuma destas condições prevalecem: os computadores tem tornado-se cada vez menores e mais baratos, são acessíveis e utilizados por todos os tipos de pessoas; é reconhecida a importância do desenvolvimento de interfaces mais acessíveis e busca-se meios de adaptá-las as necessidades e expectativas de seus usuários.

3.1 Interfaces

Sob a perspectiva da interação homem-computador, a interface é a soma de todas as comunicações entre o computador e o usuário; pois, é através dela que a máquina apresenta as informações ao usuário e dele recebe informações, conforme descrito em Apple apud [ORT 93]. Por interface, pode-se também definir como sendo o ponto de contato entre dois sistemas distintos, que desejam interagir e comunicar-se [HIX 93].

A interface, e mais especificamente a interface gráfica, corresponde basicamente a parte visível do software, sendo ela responsável em gerar um contexto lógico e perceptível ao usuário, apresentando-lhe alternativas de interação, traduzindo e executando as ações por ele solicitadas.

Para Andersen [AND 97], interface é a coleção de todas as partes do sistema que são vistas ou ouvidas, usadas ou interpretadas por uma comunidade de usuários. Este conceito, de certo modo, pressupõe que podem fazer parte da interface não só os elementos do software, mas também os componentes de hardware, ou quaisquer outros componentes, com os quais o usuário, em última instância, interage.

A interface, em suma, compreende a maneira pela qual o usuário fornece entradas ao sistema e deste recebe resultados. Portanto, é a forma encontrada de estabelecer um diálogo entre o programa e o usuário, promovendo e permitindo a interação e a comunicação entre ambas as partes, de forma a facilitar o acesso e a troca de informações.

Para se ter uma idéia da importância das interfaces, estima-se que 80% da maior parte das aplicações é constituída de entradas fornecidas pelo usuário ou saídas destinadas ao usuário, isto quer dizer, que 80% da maior parte das aplicações destina-se a interface homem-máquina [ORT 93]. Presume-se, também, que cerca de 50% do código das aplicações, e equivalente quantidade de tempo consumidos no desenvolvimento, são devotados a interface [MYE 92].

No contexto atual, projetar boas interfaces não envolve apenas o bom senso dos projetistas, mas está diretamente relacionada a questões de produtividade, satisfação do cliente e conseqüente ganho de mercado.

Fatores de satisfação subjetivas, de eficiência, de aprendizagem, de produtividade, de retorno de investimentos, todos, dependem de um bom projeto de interfaces. Segundo Smith [SMI 86], sistemas com falhas no projeto de suas interfaces podem ser facilmente observados quando estes sistemas são sub-utilizados ou completamente rejeitados por alguns usuários. Talvez, por este motivo, algumas pesquisas demonstrem que 86% das pessoas que decidem deixar de usar um software, o façam por causa de problemas decorrentes com sua interface [LUM 99].

Como expõe Orth [ORT 93], o usuário avalia o software através de sua interface, pois, para grande parte deles a interface é o sistema (sendo o restante considerado como uma caixa preta). Assim uma ótima aplicação (com excelentes funcionalidades) que possui, porém, uma interface inadequada ou complicada tende a ser rejeitada pelos usuários. Orth relata, ainda, que em um estudo feito por Heckel (1984) constatou-se que a interface com o usuário é três vezes mais importante para o sucesso de um produto do que sua estrutura interna.

Conforme Schuhmacher [SCH 98], uma interface projetada adequadamente, entre outros benefícios, poupa o usuário do uso excessivo da carga mental para a realização de suas tarefas, aumenta sua concentração e motivação para o trabalho, diminui as situações de erro ou fracasso na utilização do software, evitando assim sua frustração e insatisfação subjetiva. Dix [DIX 98] chega a afirmar que alguns benefícios, resultantes de um bom projeto de interfaces, são em muitos casos intangíveis e inquantificáveis.

Além disso, uma interface mal projetada pode gerar nos usuários diversos bloqueios psicológicos, tais como: aborrecimento, pânico, frustração, confusão,

desconforto e fadiga, tornando, deste modo, aplicações com conteúdo de boa qualidade completamente inúteis para boa parte dos usuários [ORT 93].

Desta forma, o aspecto final de uma interface é tão importante quanto a funcionalidade do sistema como um todo. Pois, conforme argumenta Preece [PRE 95], para que os computadores sejam amplamente aceitos e usados efetivamente, eles necessitam ser bem projetados, isto não significa que todos os sistemas atendam as necessidades de todos os usuários, mas que os computadores sejam projetados levando em conta as necessidades e capacidades dos usuários pretendidos.

Embora seja evidente a importância da interface no desenvolvimento de qualquer aplicação, ainda hoje, a grande maioria dos *softwares* possuem interfaces pobremente projetadas e com inúmeros problemas de usabilidade. Aliado a isto, a preocupação e interesse por parte dos projetistas em desenvolver *softwares* de boa qualidade, em conformidade com princípios de usabilidade, ainda é recente, muitas vezes encontra resistências e restringe-se a iniciativas de pesquisa na área acadêmica ou de grandes organizações preocupadas na padronização de seus produtos [HIX 93].

Por outro lado, porém, além do mercado de software exigir produtos de melhor qualidade, consideráveis experiências já foram feitas na área de interfaces e os resultados destas investigações geraram princípios que fundamenta a maior parte das atuais interfaces gráficas [VAL 99]. Estes experimentos geraram conhecimentos e fundamentos sólidos, tanto para expansão, consolidação e valorização desta área de estudos, como também, para o direcionamento de futuras pesquisas.

Assim, o trabalho de pesquisa em interfaces tem crescido consideravelmente nos últimos anos e diversas soluções vem sendo propostas, afim de auxiliar os projetistas no desenvolvimento de interfaces de melhor qualidade. Nas próximas seções, são esclarecidos alguns conceitos, apresentadas algumas soluções e iniciativas, como forma de apresentar o estado da arte na área de projeto de interfaces.

3.2 Usabilidade

Nielsen [NIE 93] descreve usabilidade como sendo uma combinação das seguintes características orientadas ao usuário: facilidade de aprendizagem, rapidez no desenvolvimento de tarefas, baixa taxa de erros e satisfação subjetiva.

A usabilidade, portanto, é um conjunto de características desejáveis a toda e qualquer interface. Indica a facilidade com que os usuários interagem com uma determinada interface utilizando corretamente as funcionalidades fornecidas pelo software. Resumidamente, uma interface que possui bons níveis de usabilidade é fácil de aprender e usar [PRE 95].

Hix [HIX 93] observa que uma interface tem grandes possibilidades de apresentar problemas de usabilidade, quando:

- é projetada por pessoas sem conhecimentos em HCI;
- é desenvolvida por decomposição funcional estritamente *top-down*;
- não é produzida para atender especificações de usabilidade documentadas e mensuráveis;
- não foi desenvolvida através de um processo iterativo;
- não foi avaliada empiricamente;
- não foi desenvolvida utilizando-se um conjunto adequado e complementar de técnicas direcionadas as suas necessidades de projeto;
- não foi concebida empregando-se, de uma forma integrada, práticas e conhecimentos de Engenharia de Software e HCI.

Complementando esta colocação, Scapin apud [MAT 95] afirma que a falta de usabilidade nas interfaces é decorrente das seguintes posturas dos projetistas:

- carecem de conhecimentos prévios sobre os usuários e suas tarefas;
- não possuem um metodologia de concepção direcionada a HCI;
- desenvolvem o *software* segundo uma orientação apenas funcional;
- não avaliam com precisão as conseqüências combinatórias das transações de diálogo;
- carecem de homogeneidade na concepção;
- não prevêm os erros humanos;
- disponibilizam no software todas as funções imagináveis e todas as informações disponíveis;
- e consideram o computador como um fim em si mesmo.

Usabilidade, além de ser uma característica desejável a qualquer interface, constitui-se de um conceito muito importante em HCI e a preocupação chave de todas as pessoas, projetos e iniciativas que visem o desenvolvimento de interfaces e *softwares* de boa qualidade.

3.3 *Human-Computer Interaction* (HCI)

Entende-se por *Human-Computer Interaction* (ou HCI) o estudo de caráter multidisciplinar [DIX 98] [PRE 95] [BAE 95], que se preocupa com a adaptação das interfaces, dos sistemas computacionais, as necessidades e expectativas de seus usuários, visando sua maior satisfação, segurança e produtividade.

O grupo da ACM, com interesse especial em HCI, define *Human-Computer Interaction* como uma disciplina direcionada ao projeto, implementação e avaliação de sistemas interativos de computador para o uso humano, bem como, o estudo dos principais fenômenos a eles relacionados [HEW 92].

Definindo de forma simplificada, HCI é o estudo das pessoas, dos computadores e das influências que um exerce sobre o outro, tendo como principal objetivo determinar como a tecnologia do computador pode tornar-se mais fácil, útil e acessível as pessoas [DIX 98].

Para uma melhor compreensão deste termo, Dix esclarece que na sigla HCI, *Human* pode significar tanto um usuário individual como um grupo de usuários, *computer* refere-se a todos os componentes tecnológicos envolvidos em um sistema de computador e por *interaction* entende-se qualquer comunicação direta ou indireta entre o usuário e o computador.

Segundo Preece [PRE 95], as metas de HCI são produzir sistemas usáveis e seguros, bem como, funcionais. Estas metas podem ser resumidas em: desenvolver ou melhorar a segurança, utilidade, eficiência, eficácia e usabilidade dos sistemas de computador.

O termo HCI foi introduzido em meados dos anos 80, como um meio de descrever esse novo campo de estudo, que se preocupa em melhorar a qualidade de interação entre o homem e o computador. Mas, apesar desta disciplina ter sido difundida a poucas décadas, possui raízes fundamentadas em disciplinas amplamente consolidadas, como: ergonomia, engenharia, psicologia, sociologia, antropologia, comunicação, ciências cognitivas entre outras.

3.3.1 Multidisciplinariedade

Conforme argumenta Dix [DIX 98], HCI é indubitavelmente uma área multidisciplinar, o projeto de interfaces requer o conhecimento das capacidades, características e limitações tanto do homem como da tecnologia computacional, e isto exige a contribuição de diferentes saberes, habilidades e disciplinas.

Através da fig. 3.1, Preece [PRE 95] sugere a seguinte representação para ilustrar as diferentes disciplinas que contribuem para área de HCI:

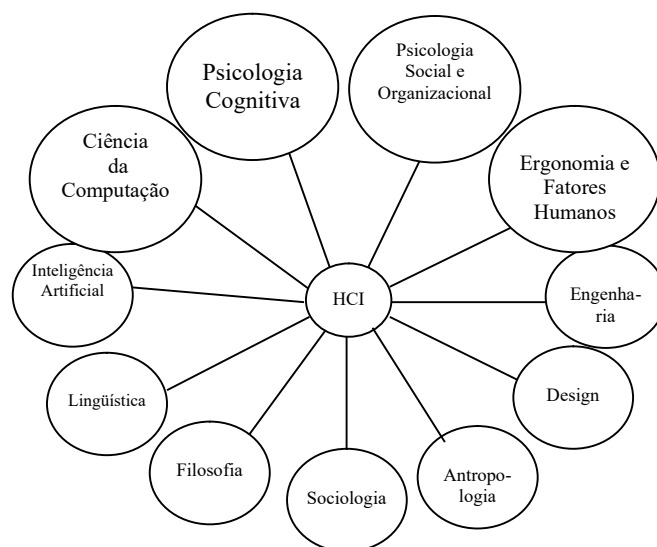


FIGURA 3.1 - A multidisciplinariedade em HCI

Conforme esta representação, as principais áreas que tem contribuído para HCI estão destacadas por círculos maiores, são elas: ciência da computação, psicologia cognitiva, psicologia social e organizacional, ergonomia e fatores humanos, sendo que as demais áreas de interesse incluem: inteligência artificial, lingüística, filosofia, sociologia, antropologia, engenharia e *design*.

A ciência da computação provê conhecimentos sobre a tecnologia, ferramentas e métodos para o projeto de sistemas e interfaces. A psicologia cognitiva fornece conhecimentos sobre as capacidades e limitações dos usuários, auxiliando com modelos preditivos, *guidelines* e métodos empíricos para avaliação e investigação da eficácia de diferentes tipos de interfaces. A psicologia social e organizacional disponibiliza aos projetistas informações sobre as estruturas sociais, as organizacionais, as práticas de trabalho em grupo e como a introdução dos computadores afeta o ambiente de trabalho. A ergonomia e os fatores humanos contribuem com conhecimentos para que o *hardware* e o *software* sejam projetados levando em consideração as capacidades dos usuários, o ambiente físico, o *layout* e as qualidades físicas da tela, fornecendo padrões, critérios e *guidelines* específicos e detalhados, para a concepção e avaliação de interfaces.

Para Orth [ORT 93], o projetista de interfaces deve conhecer a fundo a tarefa de projetar *software* em geral, mas não apenas isto. Precisa dominar os recursos gráficos oferecidos pelos modernos sistemas de computação, além de não poder prescindir de conhecimentos das ciências de caráter fundamentalmente humano, como é o caso da ergonomia, psicologia cognitiva e comunicação.

Conforme Pimenta [PIM 97], os recentes trabalhos de pesquisa convergem para a idéia central de que para o desenvolvimento de sistemas interativos, que sejam úteis e

utilizáveis, necessita-se de uma perspectiva multidisciplinar, que integre num quadro geral uma variedade de métodos, teorias e pessoas de diferentes disciplinas.

3.3.2 Projeto de sistemas interativos (Engenharia de Software e HCI)

A visão tradicional da engenharia de *software* caracteriza o desenvolvimento de sistemas como um processo constituído de um determinado número de estágios e representações que são produzidos de uma forma essencialmente linear. Esta visão de desenvolvimento de software é, frequentemente, denominada de modelo em cascata [HIX 93].

Como pode ser visto através da fig. 3.2, a representação gráfica é remanescente a uma cascata, onde os resultados de cada estágio naturalmente conduzem ao próximo estágio no ciclo de desenvolvimento.

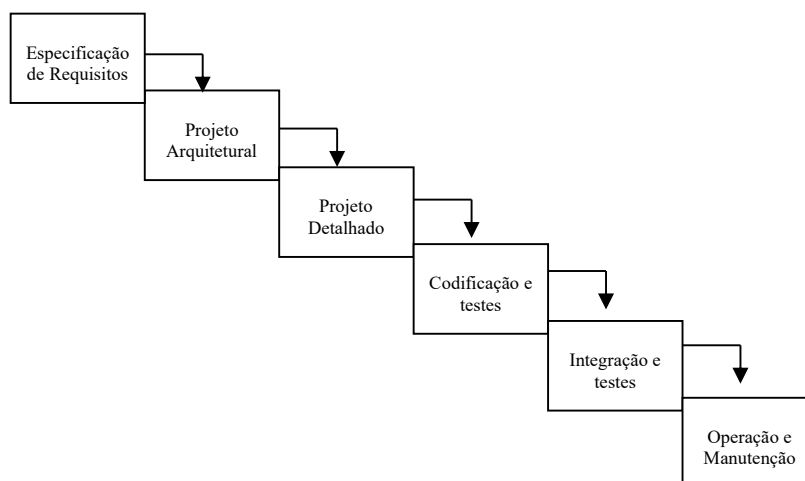


FIGURA 3.2 - O modelo em Cascata

Na especificação de requisitos, o projetista e o cliente, tentam definir uma descrição do que o sistema deverá estar apto a fazer. O próximo estágio concentra-se em representar como o sistema irá atender os requisitos especificados, provendo uma decomposição funcional do sistema. O terceiro estágio constitui-se de um refinamento dos componentes do projeto arquitetural, de forma que cada componente possa ser codificado e testado no próximo estágio do desenvolvimento. Após, cada componente ter sido individualmente implementado e testado, na próxima fase, serão integrados e em conjunto novamente testados. Depois do produto acabado, o último estágio destina-se a operação e, conseqüente, manutenção do sistema, através da correção de eventuais erros detectados ou falhas decorrentes dos estágios anteriores [DIX 98].

Porém, sob o ponto de vista de HCI, esta visão tradicional de desenvolvimento de *software* possui diversas limitações. Para Preece [PRE 95], as diferenças essenciais

entre o modelo em cascata e o modelo de projeto em HCI baseiam-se nas premissas, que este último deveria:

- ser centrado no usuário;
- ser multidisciplinar;
- ser altamente interativo.

Por projeto centrado no usuário implica que os usuários deveriam ser envolvidos tanto quanto possível em todos os estágios do desenvolvimento, de forma que eles decisivamente pudessem influenciá-lo. Isto requer envolvê-los não apenas na fase de especificação de requisitos, mas em inúmeras outras práticas e procedimentos no decorrer de todo o projeto ou mesmo inclui-los a equipe de desenvolvimento.

Um projeto altamente interativo sugere que a avaliação deveria ser o ponto central do projeto e, assim, pudesse influenciar os diferentes estágios de desenvolvimento, não sendo pensada apenas como uma preocupação das fases finais de seu ciclo de vida do *software*. Como pode ser observado, através da fig. 3.3, no modelo do ciclo de vida em estrela, proposto por Hix e Hartson em [HIX 93], o trabalho de um estágio deve poder afetar de modo flexível o trabalho de qualquer outro estágio no ciclo de desenvolvimento e a avaliação deve ser o foco central de todo o projeto, sendo vista como relevante em todos os estágios do ciclo de vida e não apenas no final do desenvolvimento do produto como sugere o modelo em cascata.

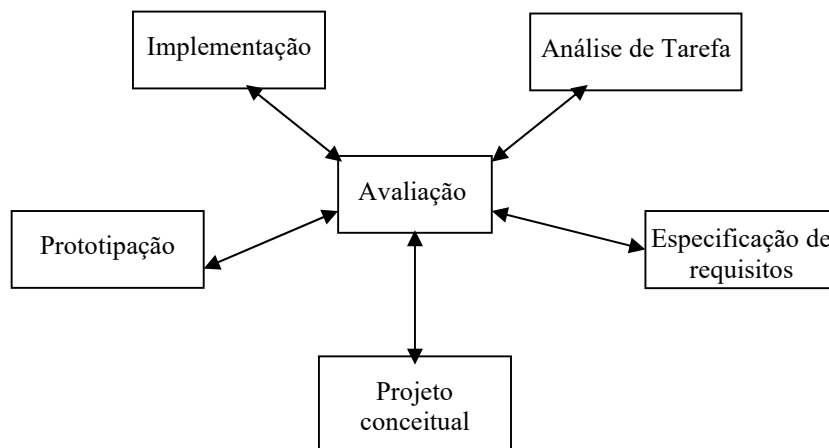


FIGURA 3.3 - O ciclo de vida em estrela

Segundo Pimenta [PIM 97], a concepção de sistemas interativos deve ser vista como composta de duas dimensões básicas: a dimensão interna, que corresponde à construção do componente semântico do sistema e a dimensão externa, que corresponde à construção da interface homem-máquina. Portanto, a concepção de sistemas interativos necessita da interação de conceitos e técnicas da área de HCI e de conceitos e métodos da Engenharia de Software.

Com relação a esta questão, Dix [DIX 98] justifica que a engenharia de *software* tradicional surgiu em meados dos anos 60, como uma forma de estruturar o desenvolvimento de grande sistemas de *software*, época em que os sistemas não eram altamente interativos e as questões de usabilidade não tinha a importância que tem hoje. Contudo, com o advento dos computadores pessoais, no final dos anos 70, e sua crescente expansão, muitos dos sistemas modernos são altamente interativos, as questões concernentes a usabilidade são vitais ao sucesso de qualquer produto, e isto exige a reformulação desta visão tradicional de desenvolvimento de *software*, de modo a incorporar as práticas específicas de HCI aos diferentes estágios do projeto.

Atualmente, o desenvolvimento de sistemas interativos de qualidade exige a utilização conjunta e integrada de conceitos e técnicas específicas do domínio conhecido como Interação Homem-Computador e de conceitos e métodos de desenvolvimento de sistemas considerados integrantes do domínio da Engenharia de *software* [CYB 98].

Cybis argumenta, ainda, que os engenheiros de *software* possuem apenas uma perspectiva interna dos sistemas, priorizando aspectos essencialmente funcionais em detrimento aos operacionais, gerando como resultado sistemas que efetivamente funcionam, mas que muitas vezes, são inadaptados aos usuários e inadequados às suas tarefas. Por outro lado, os projetistas de interface compartilham de uma perspectiva externa dos sistemas, concentrando-se em geral, nos aspectos de interação e não considerando adequadamente os aspectos enfatizados pela Engenharia de *Software*. Conseqüentemente, este fato, prescreve uma abordagem integradora de projeto.

Portanto, as questões concernentes a interação homem-computador devem constituir-se como uma parte integrante da Engenharia de *Software* [HIX 93]. Pois, conforme Barthelet apud [MAT 95], a priorização da lógica de funcionamento, adotada pelos analistas de sistemas e programadores, tem sido a causa principal da geração de *softwares* com muitos problemas de usabilidade.

Neste sentido, Dix [DIX 98] ressalta que, embora HCI envolva muitas disciplinas, é em Ciência da Computação e Projeto de Sistemas que ela deve ser considerada como uma preocupação central, pois é dos profissionais oriundos destas disciplinas que depende o bom projeto de sistemas e conseqüentemente de suas interfaces.

Infelizmente, no Brasil, grande parte dos cursos de bacharelado em Ciência da Computação e Tecnólogo em Processamento de Dados não possuem em seus currículos disciplinas e conteúdos direcionados ao projeto de interfaces, como é recomendado pela ACM desde 1985. Devido a esta falta de conhecimentos em sua formação, muitos profissionais em informática tem pouco interesse em desenvolver boas interfaces, não tem consciência de sua importância, tampouco conhecem as formas de promovê-la, concentrando-se apenas no desenvolvimentos de inúmeras funcionalidades às aplicações [PER 88] [MAT 95].

3.3.3 Práticas de HCI para o projeto de sistemas interativos

Existem na literatura diversas técnicas, modelos e ferramentas específicas à área de HCI, como forma de dar suporte ao desenvolvimento de sistemas interativos, mas, mais especificamente, a concepção e avaliação de interfaces interativas em conformidade com características de usabilidade.

Há diferentes formas de apresentação e classificação destas práticas de projeto. Todavia, para uma melhor compreensão, adotar-se-á aqui, como em [VAL 99], uma classificação relacionada ao papel que estas técnicas desempenham no processo de desenvolvimento, apresentando-as de forma classificada, em: técnicas de levantamento de usabilidade, técnicas de instrumentação e técnicas de avaliação de usabilidade.

Técnicas de levantamento de usabilidade referem-se a todos os mecanismos de coleta de informações, que permitem identificar e conhecer melhor os usuários, suas tarefas e seu ambiente de trabalho, descobrindo-se assim os requisitos de usabilidade para as interfaces que serão projetadas. Constituem-se em técnicas de levantamento de usabilidade: as investigações de contexto, as observações de campo, as entrevistas, os grupos de interesse, as pesquisas e os questionários, como também, todas as técnicas e abordagens de auxílio a análise de tarefas.

Técnicas de instrumentação compreendem um conjunto de técnicas ou mecanismos, que dão suporte ao desenvolvimento das interfaces, principalmente, nas fases arquiteturais e de implementação. Fazem parte deste grupo: a prototipação, os modelos, as notações (ou representações) formais, as normas, os guias de estilo e de recomendações e as técnicas de *design rationale*.

Técnicas de avaliação de usabilidade destinam-se especificamente a avaliação das interfaces, visando encontrar problemas de usabilidade, gerando como resultado especificações direcionadas a melhoria do produto final. Estas técnicas subdividem-se em dois grandes grupos a saber, são eles: os métodos de inspeção e os testes com usuários. Compõem os métodos de inspeção: a avaliação heurística, o *cognitive walkthrough*, a inspeção de características e de consistências, a análise de ações, a inspeção formal de usabilidade, a inspeção de padrões e a conformidade com recomendações. Entre os testes com usuários estão: a análise de transcrição, o *thinking aloud*, o sorteio de cartões, o *eye tracking*, as sessões diárias, os relatos de interações e os *snapshots*.

Com relação as práticas de projeto, convém salientar que nenhuma das técnicas empregadas isoladamente garantem a usabilidade, nem são perfeitamente aplicáveis a todas as situações. Convém lembrar também que vários autores, como [DIX 98] [PRE 95] [HIX 93], defendem que a obtenção de interfaces com melhor usabilidade depende da utilização: de um conjunto integrado de técnicas complementares, de uma abordagem

centrada no usuário, de conhecimentos e experiências de diferentes disciplinas e de uma metodologia interativa.

3.4 Normas, Guias de Estilo e de Recomendações

As normas, os guias de estilo e de recomendações constituem-se de regras, que dão suporte ao desenvolvimento de *softwares* centrados no usuário, fornecendo aos projetistas uma síntese de conhecimentos e experiências, que em conjunto com outras práticas de HCI, contribuem para o projeto de interfaces com usabilidade.

Segundo Hix [HIX 93], as regras são importantes veículos de transmissão de conhecimentos e resultados de pesquisas a grande comunidade de projetistas. Porém, sua utilização, no contexto de desenvolvimento de *software*, tem sido alvo de inúmeras análises e discussões.

As regras são usadas para aplicar a teoria na prática, contudo se aplicadas isoladamente não garantem a usabilidade [PRE 95]. Podem ou não ter raízes em evidências empíricas e integram conhecimentos de diversas disciplinas, mas principalmente da psicologia cognitiva e da ergonomia.

Conforme Dix [DIX 98], as regras podem ser classificadas com relação a sua autoridade e generalidade. A autoridade indica a obrigatoriedade com que a regra deve ser aplicada ao projeto e a generalidade diz respeito a extensão de sua aplicação.

Neste sentido, há dois tipos principais de regras: as normas (*standards*) e os *guidelines* (que constituem os guias). Através do gráfico, fig. 3.4, Dix representa que as normas são regras altamente autoritárias e limitadas em aplicação, enquanto os *guidelines* tendem a ser sugestivos e de aplicação mais generalizada.



FIGURA 3.4 - Caracterização da autoridade e generalidade das regras de projeto

Além desta classificação, os diferentes tipos de regras, assim como, as ferramentas de suporte ao projeto de interfaces, possuem outras características e propriedades, que limitam e orientam sua utilização como mostra a tab. 3.1 (adaptada de [SCH 98]).

TABELA 3.1 - Tabela comparativa das regras de projeto

	NORMAS	GUIAS DE ESTILO	GUIA DE RECOMENDAÇÕES
FORMAS DE DISPONIBILIDADE	Documentos oficiais	Livros, documentos internos	Livros, relatórios
ADAPTAÇÃO	Muitas vezes necessária, raramente possível	Muitas vezes necessária e possível	Muitas vezes necessária e possível
AJUDA PARA ADAPTAÇÃO	Nenhuma	Indicações para outras referências, exemplos, comentários	Indicações para outras referências, exemplos, comentários
VANTAGENS	Padronização	Melhora de qualidade, consistência	Recomendações sugestivas e altamente referenciadas
DESVANTAGENS	Regras genéricas, inflexíveis, de difícil atualização	Restrição de criatividade, regras impositivas	Regras genéricas, publicações muito extensas e de difícil aplicabilidade
ORGANIZAÇÃO	Orientado à tarefa	Orientado à objetos	Ora orientado à tarefa, ora orientado à objetos

A seguir, apresenta-se uma descrição mais detalhada destas características, bem como exemplos comparativos de alguns guias de estilo e de recomendações (analisados neste trabalho de dissertação).

3.4.1 Normas (padrões ou *standards*)

As padronizações surgiram com o objetivo de tornar mais fácil e segura a vida das pessoas, seus benefícios são percebíveis em diversos serviços e produtos disponíveis ao consumidor.

Para Preece [PRE 95], as padronizações preocupam-se em assegurar a consistência entre os produtos, mas estão diretamente relacionadas a melhoria de sua segurança e qualidade.

Atualmente, normas de padronização nacionais e internacionais são propostas principalmente pelo setor industrial, embora possam ser estabelecidas por iniciativas governamentais, comitês técnicos ou outras organizações.

Historicamente, as normas de padronização para o projeto de sistemas interativos vem privilegiando mais as questões de *hardware* do que as questões de *software* [DIX 98]. Segundo Hix [HIX 93], especificamente para área de *software*, as normas são documentos oficiais, publicamente disponíveis, que fornecem requisitos tanto para a concepção quanto para a avaliação de *softwares* em conformidade com padrões de qualidade.

A publicação de normas para o projeto de interfaces tem sido uma preocupação recente e conforme Preece [PRE 95] apresenta as seguintes vantagens: utilização de uma terminologia comum; facilidade de implementação e manutenção; redução do tempo de treinamento; garantia de segurança e consistência.

Contudo, também apresentam desvantagens e limitações: constituem-se de normas estritamente rígidas e limitadas em aplicação; demoram muito tempo para serem publicadas e atualizadas; são regras formais, genéricas e dificilmente adaptáveis [DIX 98].

Com relação ao setor de *software*, a ISO (*International Organization for Standardization*) aprovou as normas ISO 9000-3 (que estabelece diretrizes para a qualidade do processo de desenvolvimento do *software*) e a ISO 9129 (que estabelece diretrizes para a qualidade do produto final) [HER 95].

Além destas padronizações, a ISO tem proposto a norma ISO 9241 referente a *Requisitos ergonômicos para o trabalho em escritórios com terminais monitores de vídeo*. A norma aborda diferentes aspectos do trabalho em escritórios informatizados, através do uso de planilhas eletrônicas, processadores de texto, entre outros aplicativos que auxiliam na realização de trabalhos em escritórios [SCH 98] [PAR 97] [PRE 95].

A norma ISO 9241 é composta de 17 partes, conforme tab. 3.2, sendo 7 partes destinadas especificamente as questões de *software*.

TABELA 3.2 - Partes da Norma ISO 9241

	DEFINIÇÕES
Parte 1	Introdução Geral
Parte 2	Condução quanto aos requisitos das tarefas
Parte 3	Requisitos dos terminais de vídeo
Parte 4	Requisitos dos teclados
Parte 5	Requisitos posturais e de posto de trabalho
Parte 6	Requisitos do ambiente
Parte 7	Requisitos dos terminais de vídeo quanto às reflexões
Parte 8	Requisitos dos terminais de vídeo quanto às cores
Parte 9	Requisitos de dispositivos de entrada que não sejam os teclados
Parte 10	Princípios de diálogo

Parte 11	Especificação de utilizabilidade
Parte 12	Apresentação da Informação
Parte 13	Condução ao usuário
Parte 14	Diálogo por menu
Parte 15	Diálogo por linguagem de comandos
Parte 16	Diálogo por manipulação direta
Parte 17	Diálogo por preenchimento de formulários

De acordo com Parizotto [PAR 97], as regras que constam na ISO 9241 tem sido definidas, em geral, por meio de evidências empíricas e análise da literatura existente, sendo então generalizadas e formuladas em termos de requisitos para uso por projetistas e avaliadores de interfaces.

A ISO 9241 não se encontra totalmente pronta e aprovada, mas o objetivo principal, dos comitês técnicos responsáveis por sua elaboração tem sido o estabelecimento de características técnicas baseadas em conhecimentos ergonômicos, com a preocupação de não serem estabelecidas normas excessivamente rígidas ou privilegiando padrões comerciais já estabelecidos [MAT 95].

3.4.2 Guias de Estilo

Diversas empresas desenvolvedoras de *software*, como *Apple* e *Microsoft*, tem publicado *guidelines* que descrevem como projetar interfaces em conformidade com seus padrões de GUI (*Graphic User Interface*). Essas publicações são referenciadas como guias de estilo por serem constituídas de recomendações, que não visam apenas a usabilidade das interfaces mas são fortemente direcionadas a adoção de estilos e convenções específicas de seus ambientes de programação [DIX 98].

Para Preece [PRE 95], os guias de estilo tem como objetivo principal padronizar produtos, tentando assegurar assim a consistência da interface entre diferentes partes de um sistema ou através de uma linha de produtos. Como forma de ilustrar esta colocação, a série de imagens das figuras 3.5 e 3.6 mostram que embora as interfaces desenvolvidas por diferentes guias de estilo apresentem relativamente as mesmas informações e comportamentos há consideráveis distinções entre seus estilos.

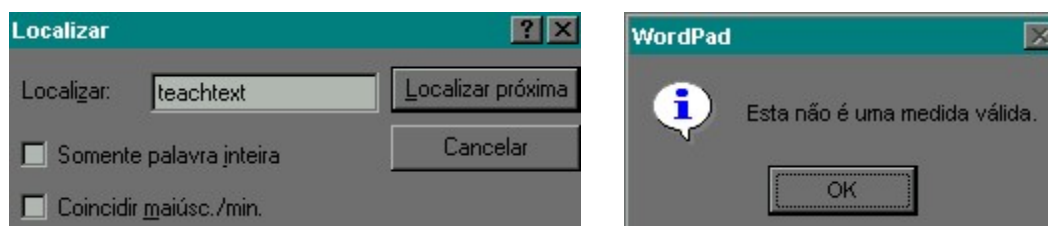


FIGURA 3.5 - Elementos do ambiente *Microsoft Windows*

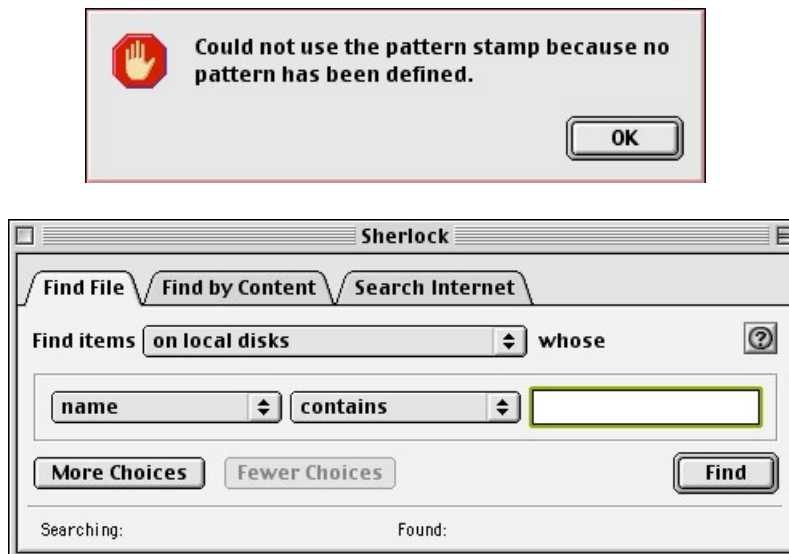


FIGURA 3.6 - Elementos do ambiente *Apple Macintosh*

Segundo este autor, há dois tipos principais de guias de estilo: os guias de estilo comerciais produzidos por grandes companhias de software e os guias de estilo corporativos produzidos por companhias que desejam a padronização interna de seus produtos.

Os guias de estilo apresentam como principais vantagens: a introdução e conscientização dos projetistas às questões de usabilidade e a conformidade com importantes princípios, como a consistência e a integridade estética. Contudo, oferece como principal limitação a imposição de estilos específicos de implementação, que conduzem a restrição de criatividade dos projetistas e, geralmente, a *guidelines* de baixo nível, estritamente fechadas (pouco adaptáveis) e impositivas.

Guia de estilo da Microsoft Windows

O guia de estilo da *Microsoft Windows*, intitulado *The Windows Interface Guidelines – A Guide por Designing Software*, foi projetado para orientar o desenvolvimento de interfaces de *software* em conformidade com a plataforma *Microsoft Windows* [WIN 95].

Este guia procura promover um bom projeto de interfaces, primando pela consistência visual e funcional de suas aplicações, através da incorporação de princípios e processos de desenvolvimento centrados no usuário e em suas tarefas, direcionando-se, assim, a metodologias específicas de HCI.

O conteúdo desse guia totaliza em torno de 600 páginas e aborda: princípios e processos básicos do projeto, elementos da interface e informações adicionais. O guia é

dirigido a pessoas que estão projetando e desenvolvendo *softwares* para plataforma *windows* ou desejem uma melhor compreensão do ambiente *windows* e dos princípios de interface homem-máquina suportados por ele [PAR 97].

A fig. 3.7 mostra exemplos de *guidelines* para o projeto de menus no ambiente *Microsoft Windows*.

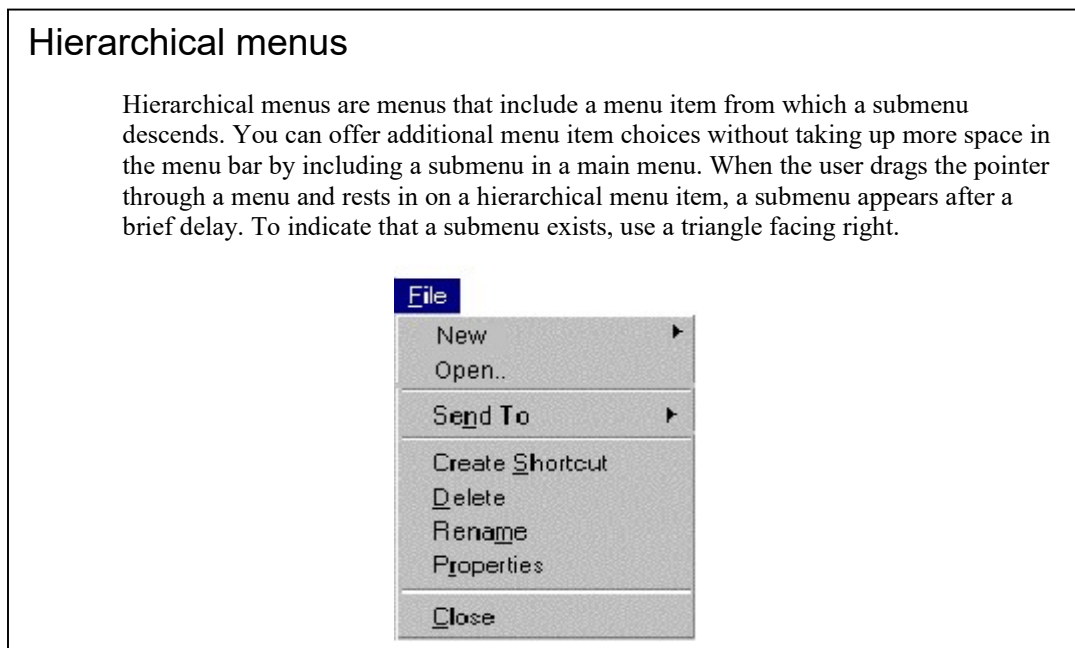


FIGURA 3.7 - Exemplo de *guidelines* do Guia de estilo da *Microsoft Windows*

Segundo Schuhmacher [SCH 98], os autores desse guia o consideram uma ferramenta valiosa, porém, advertem que sua utilização de forma isolada não garante a usabilidade das interfaces, seu uso deve ser combinado com outras práticas de projeto, como a análise de requisitos, a prototipação e os testes de avaliação de usabilidade.

Guia de estilo da Apple Macintosh

O guia de estilo denominado *Macintosh Human Interface Guidelines* oferece diretrizes, princípios e *guidelines* para o desenvolvimento de interfaces em conformidade com padrões *Apple Macintosh* [APP 92].

Da mesma forma, que os demais guias de estilo e de recomendações, o guia de estilo da *Apple* constitui-se de uma ferramenta complementar ao projeto de sistemas interativos e visa promover o desenvolvimento de interfaces com usabilidade, centradas no usuário e em suas tarefas.

Contudo, os princípios abordados pelo guia de estilo da *Apple* originam-se diretamente das pesquisas e idéias desenvolvidas pela PARC, no começo dos anos 70, e mais tarde estendidas e experienciadas pela própria *Apple*, no início dos anos 80, através do lançamento da interface gráfica do computador *Apple LISA*, e alguns anos depois adaptadas pela *Microsoft* para o lançamento do sistema *Windows*.

Esse guia possui ao todo 385 páginas e apresenta, inicialmente, uma descrição detalhada dos princípios gerais que fundamentam as interfaces gráficas (independente dos estilos de implementação propostos pela *Apple*), considerações gerais sobre projeto e desenvolvimento de interfaces, orientação para a utilização e concepção de diversos componentes das interfaces *Apple Macintosh*, fornecendo, também, um *checklist* resumido e várias referências a outras fontes de pesquisa.

Com o objetivo de ilustrar alguns *guidelines* propostos pela *Apple*, a fig. 3.8 apresenta orientações para o projeto de caixas de diálogo.

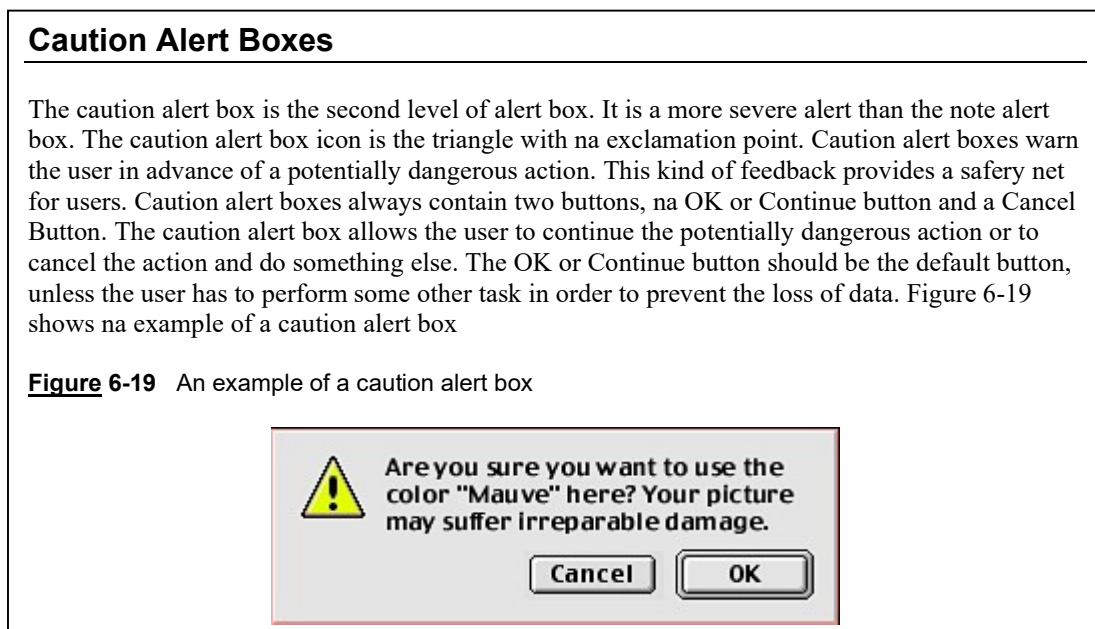


FIGURA 3.8 - Exemplo de *guidelines* do Guia de estilo da *Apple Macintosh*

Guia de estilo para serviços de Informação em Ciência e Tecnologia via Web

O guia de estilo, proposto por Parizotto em [PAR 97], tem por objetivo auxiliar no projeto gráfico e ergonômico de *sites* acadêmicos de ciência e tecnologia.

Segundo Parizotto [PAR 97], a necessidade de criar um padrão gráfico básico para a elaboração de páginas na *web*, sobre serviços de informação em ciência e tecnologia, surgiu de análises realizadas, em abril de 1996, durante o I Seminário Catarinense de Redes Acadêmicas.

Este guia reúne conhecimentos específicos de Ergonomia e Comunicação Visual, destina-se a projetistas de páginas *web* (que não possuam conhecimento em projetos gráficos) e contém recomendações para apresentação dos seguintes atributos gráficos: *layouts*, cores, fundos, textos e ícones.

As informações de cada atributo gráfico são agrupadas separadamente e estruturadas em forma de idéias destinadas respectivamente a: considerações, recomendações e observações. Conforme exemplo apresentado na fig. 3.9, as considerações são pequenos textos com embasamento teórico sobre cada atributo, as recomendações vem acompanhadas de comentários e referências bibliográficas e as observações são lembretes, com informações complementares as recomendações.

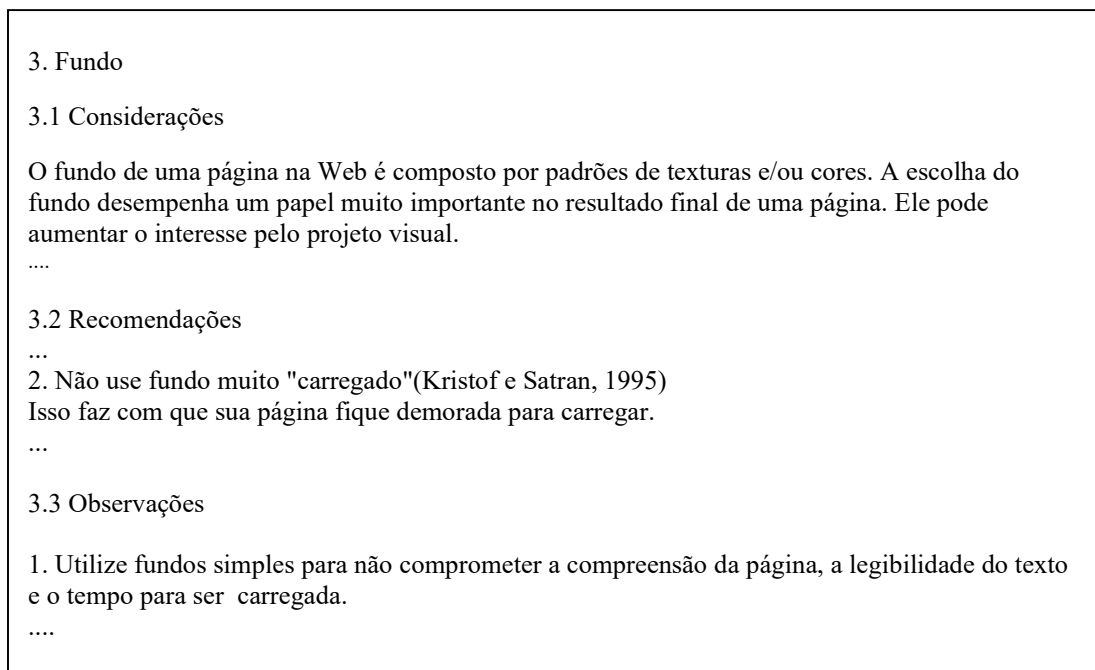


FIGURA 3.9 - Exemplo de *guidelines* do Guia de estilo para a *web*

Esse guia encontra-se disponível na *Internet*, através do *site* do LabIUtil, no endereço <http://www.ctai.rct-sc.br/labiutil/estilo/>. O documento impresso totaliza 22 páginas contendo, além das recomendações para cada atributo, um sumário, referências bibliográficas e um glossário de termos técnicos.

Guia de estilo para Seleção de Objetos de Interação

O guia de estilo, desenvolvido e proposto por Schuhmacher em [SCH 98], apresenta recomendações para a escolha de objetos de interação adequados à realização de tarefas de entrada e apresentação de dados, bem como, recomendações sobre como configurá-los.

Segundo Schuhmacher [SCH 98], o objetivo deste guia de estilo é auxiliar *designers*, ergonomistas, analistas de sistemas e programadores na escolha e configuração de objetos de interação adequados à tarefa a ser realizada e adaptados ao usuário.

Destaca, ainda, que a idéia de elaboração deste guia surgiu como consequência das atividades de avaliação realizadas pelo LabIUtil e a inexistência de materiais de referência sobre a seleção e configuração de objetos de interação.

Visando agrupar os objetos de interação segundo uma perspectiva funcional-estrutural, os objetos tratados no guia seguem o Modelo de Componentes de Interfaces Homem-computador, proposto por Cybis em [CYB 94], e apresenta recomendações para os seguintes objetos de interação: janelas, menus, página de menu, painéis de menu, menu embricado, barra de menu, lista de seleção, caixa de combinação, botão de variação, botão de rádio, caixa de atribuição, escala, tabela, campo de dado, campo de texto, botão de comando, caixas de diálogo, formulários, fichas, caixas de mensagem, mostradores e caixa de reagrupamento.

Esse guia possui um total de 38 páginas, incluindo sumário, glossário de termos técnicos e referências bibliográficas.

Através da fig. 3.10, pode-se observar que neste guia as recomendações são classificadas por objetos de interação, cada objeto geralmente possui uma breve descrição e uma figura que auxilia sua identificação, e as recomendações são divididas em: orientações sobre quando utilizar o objeto e considerações sobre sua configuração.

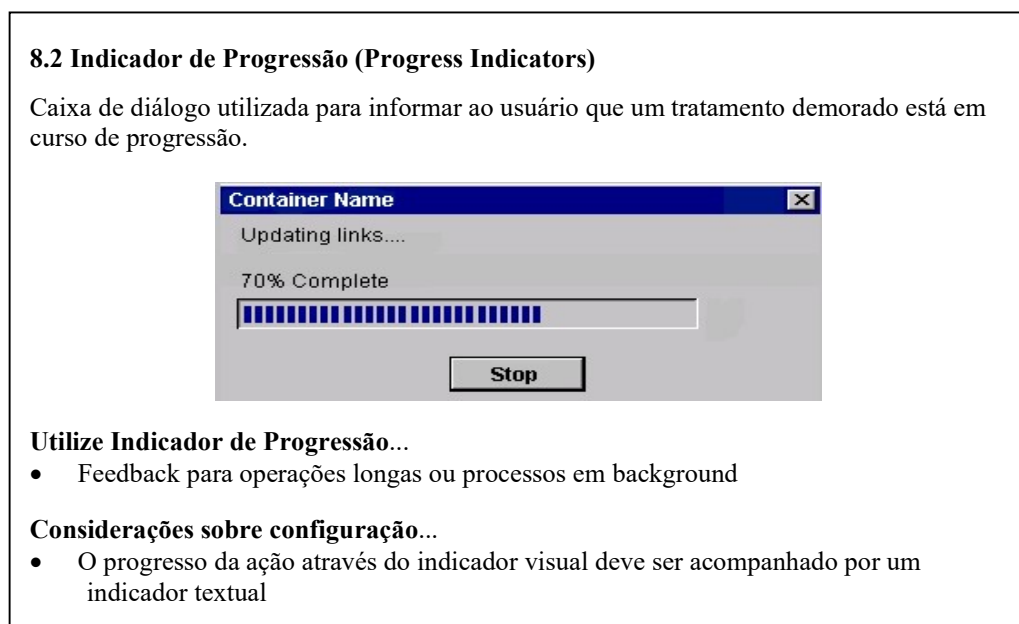


FIGURA 3.10 - Exemplo de *guidelines* do Guia de estilo para seleção e configuração de objetos de interação

3.4.3 Guias de Recomendações

Os guias de recomendações constituem-se da publicação de um conjunto de *guidelines* sugestivas, para o projeto de sistemas interativos. Diferem dos guias de estilo por não serem direcionados a padronização de nenhuma linha específica de produtos, mas visarem apenas a usabilidade das interfaces.

Geralmente, os guias de recomendações são publicações muito extensas, formadas por *guidelines* genéricas, derivadas empiricamente ou validadas [HIX 93] [DIX 98][PRE 95]. Por se originarem, principalmente, da revisão e expansão de outros materiais anteriormente publicados, a maioria das recomendações são altamente referenciadas pelo conhecimento e experiência de diversos autores.

Conforme Vanderdonckt apud [SCH 98], os guias de recomendações são compilações de *guidelines* recuperadas de artigos, trabalhos e relatórios, com o objetivo de auxiliar projetistas e programadores na criação de interfaces ergonômicas.

Dix [DIX 98] destaca que entre as principais vantagens oferecidas pelos guias de recomendações está o fato de que suas recomendações constituem-se de uma fonte rica de informações, altamente referenciadas e sugestivas. Porém, por serem publicações muito extensas e genéricas, com *guidelines* conflitantes e de difícil interpretação, apresentam como principal desvantagem sua difícil aplicabilidade.

Guia de recomendações de Mayhew

O guia de recomendações *Principles and Guidelines in Software User Interface Design*, publicado por Deborah J. Mayhew em [MAY 92], oferece uma síntese não apenas de *guidelines* para o projeto de interfaces, mas também, de fundamentos teóricos e resultados de pesquisa na área de HCI .

Esse guia, em suas 619 páginas, inclui desde princípios e *guidelines* para todos os aspectos do projeto de interfaces até modelos conceituais, estilos de diálogos, organização de funcionalidades, recursos de entrada e saída, manipulação de erros, documentação do *software* e métodos para o projeto.

Dix [DIX 98] destaca que a publicação de Mayhew é uma das melhores fontes de resultados experimentais e *guidelines* gerais para o projeto de diferentes estilos de diálogo, como: menus, perguntas e respostas, *fill-in form*, teclas de função, linguagem de comandos, linguagem natural e manipulação direta.

A fig. 3.11 ilustra a forma de apresentação dos guidelines. Neste exemplo, nota-se que as recomendações possuem relativas informações complementares baseadas em comentários, evidências experimentais e exemplos ilustrativos.

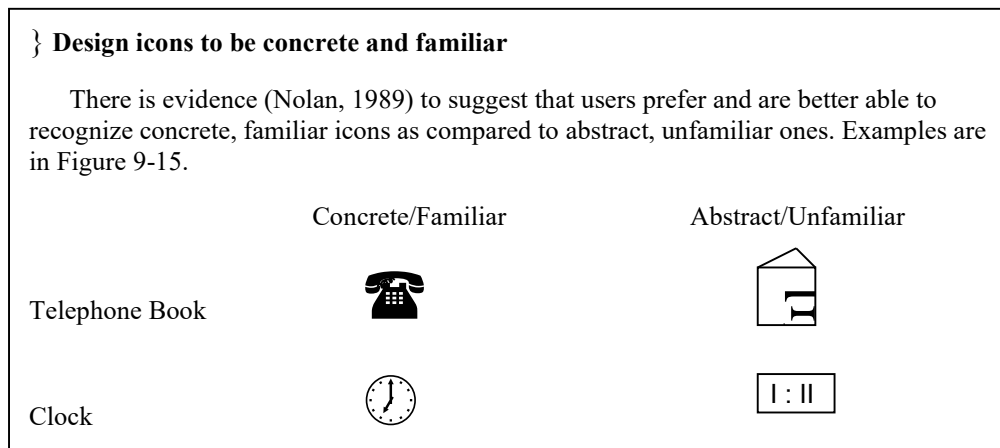


FIGURA 3.11 - Exemplo de *guidelines* do Guia de recomendações de Mayhew

Guia de recomendações de Bodart & Vanderdonckt

O *Guide Ergonomique de la présentation des applications hautement interactives*, desenvolvido e proposto por Bodart & Vanderdonckt em [VAN 93], constitui-se de um guia completo, com aproximadamente 600 páginas, contendo uma síntese de diversas recomendações para o projeto de sistemas interativos.

O guia possui recomendações para diversos objetos e componentes da interface, aborda critérios ergonômicos, além de questões específicas sobre a avaliação e concepção de interfaces.

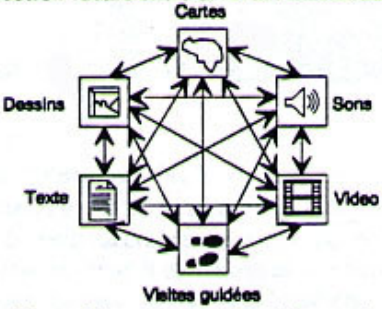
O conteúdo total do guia subdivide-se em duas partes. A primeira aborda: descrição de uma regra ergonômica, níveis lingüísticos, critérios ergonômicos, digitação de informações, apresentação de informações, diálogo e grafismo. A segunda parte trata de: meios de interação, estilos de interação, orientação ao usuário, mensagens, ajuda *on-line*, documentação, avaliação e implementação [VAN 93].

Todas as recomendações são organizadas por assunto, com título conciso e representativo. Conforme fig. 3.12, algumas regras vem acompanhadas da descrição e/ou imagem de exemplos positivos e/ou negativos, da descrição de motivos, da apresentação de exceções e da indicação do critério ergonômico associado a regra.

4.6.2 Liens hypermedia

Les liens hypermedia ne doivent pas conduire à des points sans suite.

Références : [LAU90a], p. 135 - [LAU92], p. 55-57
 Ex. positif : exemple de connection idéale entre diverses informations de media différents.



Motif : s'il y a peu de liens directs entre les informations supportées par des media différents, l'hypermedia conduit rapidement à des ghettos.

FIGURA 3.12 - Exemplo de *guidelines* do Guia de recomendações de Bodart & Vanderdonckt

Guia de recomendações de Smith & Mosier

O guia denominado *Guidelines for designing user interface software*, proposto por Smith & Mosier em [SMI 86], é refenciado na literatura como um guia de recomendações clássico.

Este guia é uma publicação extensa, de aproximadamente 1000 páginas, e caracteriza-se por combinar recomendações com evidências experimentais, experiências de projeto, opiniões e avaliações [PRE 95] e por conter recomendações para as seguintes áreas: entrada e apresentação de dados, seqüência de controle, ajuda ao usuário, transmissão e proteção de dados [SMI 86].

Ênfase especial é dada aos estilos de diálogo, que no contexto destes *guidelines* refere-se a forma com que os usuários interagem com uma interface. As recomendações de Smith & Mosier orientam a configuração dos seguintes estilos de diálogo: pergunta e resposta, *form filling*, seleção por menus, teclas de função, linguagem de comando, linguagem de consulta, linguagem natural e seleção gráfica [DIX 98].

Conforme fig. 3.13, as recomendações são apresentadas por área, possuem referências e podem ser acompanhadas por uma breve descrição de exceções, comentários e exemplos.

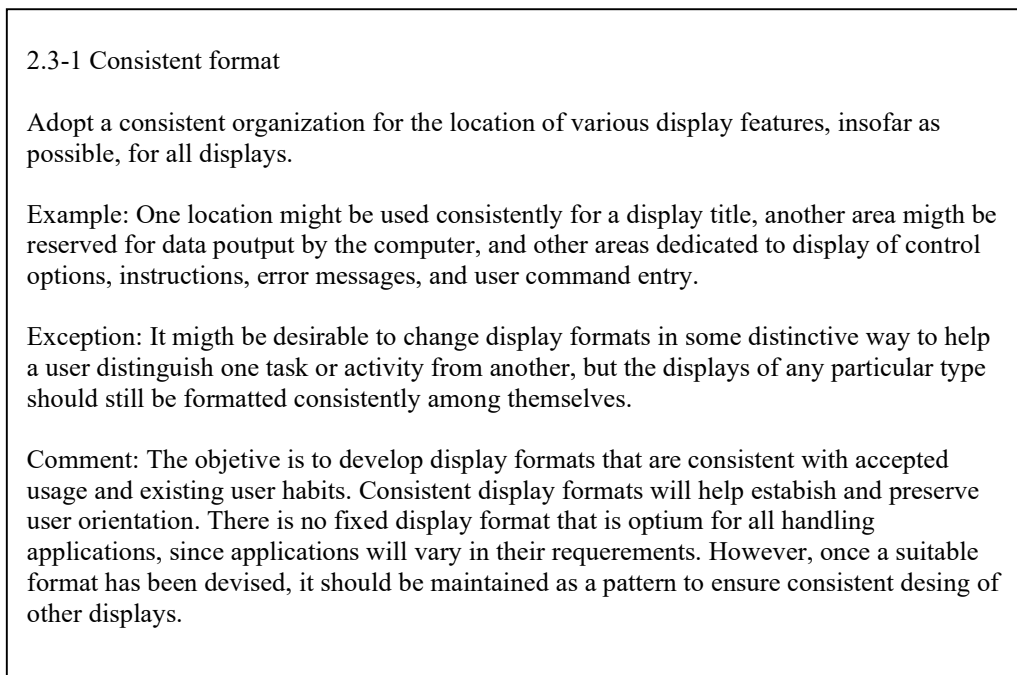


FIGURA 3.13 - Exemplo de *guidelines* do Guia de recomendações de Smith & Mosier

3.5 Considerações Finais

Após uma análise comparativa dos guias de estilo e de recomendações, descritos neste capítulo, convém relatar aqui algumas observações e conclusões.

Apesar dos guias constituírem-se de uma importante ferramenta de suporte ao desenvolvimento de sistemas interativos, inúmeros autores advertem que nenhum deles utilizado isoladamente garantem a total e completa usabilidade das interfaces.

Os guias, portanto, devem ser empregados de forma complementar e integrada as demais práticas de projeto tanto de HCI como de Engenharia de Software visando, assim, a obtenção de melhores resultados e níveis satisfatórios de usabilidade.

Entre os diversos guias analisados nota-se algumas características importantes com relação aos seus formatos de apresentação e estrutura:

- todos os guias fornecem um índice em forma de sumário, um glossário de termos técnicos e uma extensa lista de referências bibliográficas;
- na grande maioria dos guias, com exceção de alguns guias de estilo, as recomendações são apresentadas seguidas de suas referências;

- os guias diferem consideravelmente na maneira de apresentar as informações complementares (como comentários, descrições, exemplos e imagens ilustrativas), todos apresentam algum tipo de informação complementar, porém, alguns as apresentam para todas as recomendações enquanto outros as incluem apenas nas recomendações que julgarem de difícil interpretação.

Por outro lado, um dos principais problemas relatados por diversos autores, com relação a utilização dos guias, no projeto de interfaces, é o fato de serem publicações extremamente extensas e formadas de *guidelines* muito genéricas. Dix [DIX 98] observa que a preocupação ao examinar a riqueza de *guidelines*, disponíveis nos guias, é determinar sua total e adequada aplicabilidade ao projeto de interfaces com necessidades específicas.

Neste sentido, como forma de solucionar estes problemas, Maguire apud [PRE 95] sugere que as *guidelines* sejam publicadas de forma especializada, de modo que possam ser facilmente utilizadas e aplicadas por grupos de projetistas interessados em usá-las no projeto de interfaces específicas.

Esta abordagem representa uma solução relevante, as restrições impostas ao emprego dos guias no projeto de interfaces, o que de certa forma reflete-se como uma tendência nos guias de estilo recentemente publicados por [PAR 97] e [SCH 98].

4 Guia: etapas de construção e avaliação

Através da revisão bibliográfica, realizada nos capítulos anteriores, buscou-se apresentar, de forma resumida, o estado da arte relativo as áreas de *software* educacional e projeto de interfaces.

Esse estudo, essencialmente, descritivo permitiu compreender melhor o que caracteriza os diferentes tipos de *softwares* educacionais, o tipo de abordagem de ensino-aprendizagem que os fundamenta e, conseqüentemente, que tipo de objetos de interação e comportamentos espera-se de suas interfaces.

No capítulo 3, referente ao projeto de interfaces, pôde-se definir e fundamentar alguns conceitos e idéias referentes a área de HCI, apresentar um panorama geral das principais práticas existentes para apoiar o desenvolvimento de sistemas interativos, conceituar normas, guias de estilo e de recomendações, traçar um comparativo entre estas práticas, citando vantagens e limitações, bem como, analisar e apresentar os principais trabalhos relacionados a guias de estilo e de recomendações.

Conforme estudos relatados, no capítulo anterior, apesar dos guias constituírem-se de uma importante ferramenta de suporte ao desenvolvimento de sistemas interativos, com raras exceções, apresentam-se como publicações extremamente extensas e formadas de *guidelines* muito genéricas, dificultando, assim, a total e adequada aplicabilidade dos guias ao projeto de interfaces com necessidades específicas.

Portanto, através da análise dos guias existentes, tornou-se possível constatar a tendência de elaboração de guias cada vez mais específicos, como é o caso dos guias de estilo recentemente publicados por [PAR 97] e [SCH 98], e a inexistência de guias para apoiar o projeto de interfaces em *softwares* educacionais.

Por estas razões, propõe-se aqui um Guia de Recomendações a ser utilizado como ferramenta de auxílio, as demais técnicas de HCI, no projeto de interfaces com usabilidade em *softwares* educacionais do tipo hipertexto-hipermídia informativo (cujas características desse tipo de *software*, encontram-se detalhadamente descritas no capítulo 2).

Este capítulo apresenta as características gerais do guia e descreve, sistematicamente, os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho de pesquisa, apresentando as atividades, instrumentos e técnicas envolvidas nas diferentes etapas de definição, elaboração e avaliação do Guia de Recomendações.

4.1 Etapa de definição

Nesta etapa foram analisados os requisitos indispensáveis para concepção do guia, através da definição: 1) dos projetistas que fariam parte do público-alvo do guia (incluindo levantamento de necessidades e expectativas), 2) do tipo de interface a ser contemplada pelas recomendações (delimitando que objetos seriam abordados), 3) das fontes de informações a serem utilizadas para composição das regras, bem como, 4) da estrutura preliminar do guia.

4.1.1 Público-alvo

O guia proposto direciona-se a projetistas de *softwares* educacionais, que possuem ou não formação e conhecimentos sistemáticos na área de IHC, procurando atender, em especial, as necessidades e expectativas reais de um grupo interdisciplinar de desenvolvimento de software, mais especificamente aos projetistas do grupo GEPESE (*Grupo de Estudos e PEsquisa em Software Educacional - da Universidade de Passo Fundo*).

O GEPESE, criado no Laboratório de Informática da Faculdade de Educação da Universidade de Passo Fundo, caracteriza-se por ser um grupo interdisciplinar formado de professores pesquisadores, com formação específica nas áreas de Ciência da Computação ou Educação, tendo como principal objetivo investir no desenvolvimento de pesquisas voltadas a construção e utilização de *softwares* educacionais, buscando, desta forma, torná-los efetivas ferramentas de ensino-aprendizagem, adequadas ao contexto e realidade dos alunos e professores das escolas.

Entre alguns projetos desenvolvidos pelo grupo destacam-se: Software Primeiras Palavras, SOFTWARE GEOGRAFIA DO BRASIL: Uma Nova Alternativa para o ensino da Geografia e MERCOSUL: Software para o Ensino da Geografia através da Internet (disponível por <http://www.upf.tc.br/posgrad/mercosul/mercosul/html>).

O grupo GEPESE, inicialmente, foi escolhido como principal público-alvo por apresentar as condições necessárias para a realização de um estudo de caso de utilização do guia, através do projeto SOFTWARE GEOGRAFIA DO BRASIL: Uma Nova Alternativa para o Ensino da Geografia, e representar a possibilidade de dar continuidade a esta pesquisa, através da utilização do guia em futuros projetos que possam ser desenvolvidos pelo grupo.

O levantamento das necessidades e expectativas dos potenciais usuários do guia, deu-se através:

- de conversas informais junto a população alvo do guia, objetivando delinear a experiência e conhecimento dos projetistas;
- da análise da interface do primeiro módulo do *software* educacional GEOGRAFIA DO BRASIL desenvolvido sem a utilização do guia de recomendações;

- e da análise da interface de outros *softwares* educacionais, com semelhantes características ao *software* educacional desenvolvido sem a utilização do guia.

As conversas informais, com os componentes do grupo GEPESE, permitiram constatar que a totalidade de seus participantes não possuíam qualquer formação ou conhecimento na área de projeto de interfaces, jamais tiveram contato ou utilizaram publicações como normas, guias de estilos ou de recomendações ou qualquer outra técnica direcionada ao projeto de interfaces.

A formação acadêmica dos componentes do grupo é bastante heterogênea: há 2 componentes que possuem formação em Ciência da Computação, 2 em Pedagogia, 2 em Geografia, 1 em Artes e 1 em Educação Física, porém, todos com curso de pós-graduação em Informática aplicada a Educação. Entre seus membros 7 são professores, sendo que destes 4 atuam diretamente com alunos de ensino fundamental em escolas públicas da região e 3 atuam diretamente com alunos no laboratório de informática de suas escolas.

Portanto, até o momento, as interfaces resultantes dos *softwares* desenvolvidos pelos componentes do grupo sempre foram baseadas em suas próprias decisões de projeto, a partir de suas próprias preferências ou da opinião de colegas de trabalho. Entretanto, apesar de não possuírem conhecimento na área de IHC e jamais terem se preocupado diretamente com questões de interface (durante o desenvolvimento de seus projetos), todos demonstraram interesse em utilizar o Guia e participar do estudo de caso, dando continuidade ao projeto Software Geografia do Brasil.

A segunda maneira empregada para obter informações, sobre as necessidades dos projetistas, foi analisando a interface do primeiro módulo do software Geografia do Brasil (desenvolvido sem utilização do Guia ou qualquer técnica para o projeto de interfaces) e a interface de outros 2 *softwares* educacionais, com semelhantes características ao *software* educacional desenvolvido sem a utilização do guia.

Para este trabalho de análise, não foi utilizada nenhuma técnica de avaliação de usabilidade. Através, desta atividade, objetivou-se identificar superficialmente alguns problemas de usabilidade apresentados pela interface do *software* Geografia do Brasil, como também, fazer um levantamento dos tipos de objetos de interação comumente presentes na interface de outros *softwares* do tipo hipertexto/hipermídia informativo.

Na análise preliminar da interface do *software* Geografia do Brasil, foram detectados:

- a) problemas com relação a seleção de objetos: o *software* não explorava adequadamente os recursos de multimídia, como som, imagem, vídeo e animação; limitando-se apenas a exposição de textos e algumas imagens, tornando a interface desmotivante e pouco atrativa. A utilização mais adequada destes recursos poderia

reduzir a frustração do aluno, aumentar seu desempenho e tornar a utilização do software menos fatigante e exaustiva

b) problemas com relação a configuração dos objetos, conforme fig. 4.1:

1. ícones: com representações pouco familiares e significativas; sem sinalizações dos estados de ativo e inativo, alguns sem descrição e nenhuma ação a eles associada
2. *layout*: inadequada disposição de alguns objetos e inconsistência entre telas
3. imagens: pouco relacionadas com o assunto sendo abordado no texto, muito pequenas sem possibilidade de ampliação, em sua maioria com aparência pouco nítida e sem rótulo descritivo
4. menus: com aparência e comportamento inconsistentes de um sub-módulo para outro, exibição indesejável em todas as telas e utilização de uma codificação de cores totalmente ambígua
5. sons: excessivamente utilizados na interface e sem nenhuma possibilidade de controle por parte do usuário
6. textos: muito extensos; com erros de português e vocabulário de difícil compreensão; sem títulos; caracteres com pouca legibilidade devido ao pouco contraste com a cor de fundo, tamanho muito pequeno das fontes e má utilização de espaços entre os parágrafos, entre as linhas e entre palavras.



FIGURA 4.1 - Exemplo de tela do primeiro módulo do *software*

c) e a presença dos seguintes objetos de interação:

- menus hierárquicos e embricados
- ícones
- mensagens de confirmação e informacionais
- imagens (figuras e mapas)
- textos
- botões de navegação
- sons (melódicos e narrações)

Como forma de definir para que tipo de objetos de interação seriam direcionadas as recomendações do Guia, por indicação dos próprios componentes do grupo, foram analisadas, também, as interfaces dos *softwares* **Leonardo - o inventor** e **Enciclopédia Almanaque Abril**, as quais apresentaram os seguintes recursos e objetos de interação:

- menus hierárquicos, *pop-up*, *cascade menu*
- menus embricados
- página de menu
- barras de menu
- lista de seleção
- caixa de combinação
- grupos de botões de rádio
- grupos de caixas de atribuição
- grupo de botões de comando
- escala, calendário
- botão de variação
- opções de menu
- campo de dado
- campo de texto
- tabelas de dados
- listas
- barra de ferramentas
- imagens (mapas, figuras, gráficos)
- ícones
- janelas
- caixas de diálogo
- fichário
- caixas de mensagem (informativas, de ajuda, de erro, de advertência, de confirmação)
- formulário
- mostradores analógicos, digitais e de status
- indicador de progressão
- bolhas de informação
- etiquetas (rótulos)
- animações
- sons
- vídeos

4.1.2 Tipo de Interface

Pelo fato do grupo GEPESE representar a possibilidade de dar continuidade a esta pesquisa, através da utilização do guia tanto no Projeto Software Geografia do Brasil quanto em futuros projetos que possam ser desenvolvidos pelo grupo, definiu-

se, inicialmente, que o tipo de interface a ser contemplada pelas recomendações seriam as interfaces utilizadas em *softwares* educacionais do tipo hipertexto-hipermídia informativo em CD-ROM, por ser o tipo de software comumente desenvolvido pela maioria dos componentes do grupo.

Após concluído o levantamento de informações, mencionado na seção anterior, através das conversas informais com componentes do grupo e a análise da interface dos 3 (três) *softwares*, foi estabelecido que o guia seria composto por recomendações sugestivas, relacionando aspectos de usabilidade a questões educacionais, para a seleção e configuração dos seguintes elementos da interface:

- *layout*;
- textos;
- ícones;
- menus (opções de menu, menu hierárquico, painel de menu local (*pop-up*) e menus embricados (*links*);
- bolhas de informação;
- indicador de progressão;
- caixas de mensagem (mensagens de informação, de advertência, de erro, de confirmação e de ajuda);
- representações visuais (imagens, mapas e gráficos);
- tabelas;
- cursor;
- sons (efeitos sonoros (sons artificiais), músicas (sons melódicos) e locuções);
- vídeo;
- e animações.

Apesar do atributo cor ser muito relevante neste tipo de interface, optou-se que no Guia não seriam criadas recomendações específicas para cores, por tratar-se de um assunto delicado e controverso, uma vez que seu significado e impacto é altamente subjetivo e varia de cultura para cultura. Limitando-se a realização indireta de algumas recomendações sobre cores juntamente com as demais recomendações de alguns elementos da interface, como *layout*, textos, etc.

Considerando-se que o espaço em branco é, por definição, uma determinada área que não tenha texto, imagens ou outro elemento de *design*. O balanceamento adequado entre conteúdo e espaço em branco é sempre importante. Se não houver um bom equilíbrio, os olhos ficam confusos, não há uma progressão visual para seguir e o leitor perde o interesse. Os espaços vazios devem ser preservados para reforçar a unidade de grupos, harmonizar áreas e aumentar o contraste.

A cor, assim como as palavras e as imagens, também é um elemento funcional mas extremamente subjetivo como mostra a tab. 4.1 (extraída e adaptada de [GOL 64]). Ela pode intensificar tanto o texto quanto a imagem, agregando-lhes alguma

característica especial ou funcionando como um elemento formativo por si mesma. Ela exerce uma influência decisiva não apenas em nossos olhos, mas em todos os outros sentidos, tornando-se um importante fator em qualquer apelo visual dirigido ao ser humano.

TABELA 4.1 - Sensações "psicológicas" das cores

CORES	SENSAÇÕES
Vermelho	Dinamismo, força, baixeza, energia, revolta, movimento, barbarismo, coragem, furor, esplendor, intensidade, paixão, vulgaridade, poderio, vigor, glória, calor, violência, excitação, ira.
Laranja	Força, luminosidade, dureza, euforia, energia, advertência, tentação.
Amarelo	Iluminação, conforto, alerta, gozo, ciúme, orgulho, esperança.
Verde	Adolescência, bem-estar, paz, saúde, ideal, abundância, tranquilidade, segurança, natureza, equilíbrio, esperança, serenidade, suavidade, crença.
Azul	Espaço, viagem, verdade, sentido, intelectualidade, paz, advertência, precaução, serenidade, infinito, meditação.
Roxo	Fantasia, mistério, profundidade, eletricidade, dignidade, justiça, egoísmo, grandeza, misticismo, espiritualidade, delicadeza, calma.
Marrom	Pesar, melancolia.

Portanto, a combinação de cores deve ser cuidadosa. Elas além de combinarem entre si dentro de um mesmo espaço, devem criar um estado de espírito ou efeito visual. As cores corretas podem transmitir sentimentos ou destacar intencionalmente certos elementos em relação a outros que estão presentes no conjunto.

Considerando-se, também, o fato que na tela o cuidado com a seleção das cores torna-se um pouco mais complicado a medida que é impossível garantir que uma determinada cor apareça exatamente como ela é na tela do usuário. A cor selecionada pode ser visualizada diferentemente daquela que foi projetada, dependendo do monitor, de sua calibragem, da iluminação do ambiente, etc.

4.1.3 Fontes de Referência

Considerando-se as características até o momento definidas para o guia, decidiu-se que as fontes de informação a serem utilizadas, para composição das regras, envolveriam a análise de outros guias de estilos e recomendações disponíveis, bem como de publicações - tanto da área de IHC quanto da área de Informática Educativa - que fossem relevantes a produção do trabalho.

As publicações que fizeram parte da análise do estado da arte de guias de estilo e de recomendações, cujas análises descritivas encontram-se detalhadas no final do capítulo anterior (sobre Projeto de Interfaces), são as seguintes:

- *Macintosh Human Interface Guidelines* [APP 92];
- *The Windows Interface Guidelines – A Guide por Designing Software* [WIN 95];
- *Guia de estilo para serviços de Informação em Ciência e Tecnologia via Web* [PAR 97];
- *Guia de estilo para Seleção de Objetos de Interação* [SCH 98];
- *Principles and Guidelines in Software User Interface Design* [MAY 92];
- *Guide Ergonomique de la présentation des applications hautement interactives* [VAN 93];
- *Guidelines for designing user interface software* [SMI 86].

As demais publicações, tanto da área de IHC quanto da área de Informática Educativa, que foram utilizadas para composição das regras podem ser verificadas na lista de referências bibliográficas do Guia de Recomendações (conforme anexo 1).

4.1.4 Requisitos e estrutura preliminar do Guia

Portanto, finalizando-se esta etapa, traçou-se os requisitos básicos a elaboração do Guia, principalmente após a análise das necessidades e expectativas do público-alvo, ficando definido que:

- 1) o público alvo do guia seriam projetistas de *softwares* educacionais sem formação e conhecimentos sistemáticos na área de HCI, procurando atender, em especial, às necessidades e expectativas reais dos projetistas do grupo GEPESE;
- 2) o tipo de interface a ser contemplada pelas recomendações seriam as interfaces utilizadas em *softwares* educacionais do tipo hipertexto-hipermídia informativo em CD-ROM (tipo de software comumente desenvolvido pelo grupo);
- 3) o guia seria composto por recomendações sugestivas, relacionando aspectos de usabilidade a questões educacionais, para a seleção e configuração dos seguintes elementos da interface: *layout*, menus, textos, ícones, bolhas de informação, indicador de progressão, caixas de mensagem, imagens, tabelas, cursor, sons, animações e vídeo;
- 4) as fontes de informação a serem utilizadas envolveriam análise de outros guias de estilos e recomendações disponíveis, bem como, de publicações - tanto da área de HCI quanto da área de Informática Educativa - que fossem relevantes a produção do trabalho;
- 5) a estrutura preliminar do guia deveria atender às necessidades e expectativas dos projetistas do grupo.

Assim, definiu-se que a estrutura preliminar do Guia deveria incluir uma capa de identificação e, para cada elemento da interface, um texto introdutório justificando a importância de sua adequada seleção e configuração juntamente com as regras sugestivas, enumeradas para facilitar a consulta.

4.2 Etapa de elaboração, revisão e adequação

As recomendações descritas no Guia foram obtidas primeiramente da literatura utilizando-se, basicamente, as fontes de referência citadas na seção anterior, de onde foram extraídas apenas as recomendações mais significativas e adequadas ao tipo de interface em estudo, ou seja, compilando-se da literatura apenas as recomendações relacionadas a seleção e configuração dos elementos da interface determinados na etapa de definição, através:

- da leitura e análise de textos e materiais coletados, delimitando os assuntos de interesse,
- e da seleção e triagem de informações (e indicações) aplicáveis ao guia.

Porém, as recomendações alcançaram maior especificidade ao domínio (*software* educacional) e uma forma de redação mais adequada (ao público alvo do guia) através da obtenção metódica do conhecimento empírico dos participantes do GEPESE, por meio de técnicas etnográficas (observação) e imersão (inclusão do desenvolvedor do guia no grupo, visando uma maior interação e acompanhamento das atividades).

Tanto a imersão quanto a observação foram fundamentais, para a elaboração, revisão e adequação do conjunto de regras sugestivas. Através de ambas as técnicas, pode-se coletar sugestões e críticas do público-alvo, como também, checar o nível de aceitação dos projetistas no manuseio do guia. Em particular, o expressivo feedback dos componentes do grupo permitiu melhorar, consideravelmente, o nível de compreensão e clareza das recomendações.

Portanto, as recomendações descritas no Guia foram obtidas através das publicações pesquisadas e do conhecimento empírico resultante da própria formação e experiência do autor e avaliadores do guia, como também, dos demais participantes do grupo GEPESE.

Conforme mostra a fig. 4.2, da revisão bibliográfica foram extraídas apenas as recomendações mais significativas e adequadas ao tipo de interface em estudo (observar no exemplo a composição das recomendações 42 e 44) e a estas recomendações foram acrescentadas novas recomendações (observar no exemplo a composição da recomendação 43), como também, complementadas algumas das já existentes (observar no exemplo a composição da recomendação 42), com o propósito de atender os objetivos pretendidos.

42. Não utilize ícones esteticamente muito ricos em detalhes e cores [MAR 92][MAY 92], prefira ícones simples, porém significativos, evitando que os alunos cometam erros de interpretação.
43. Conheça o contexto e empregue termos e figuras familiares, ou metáforas do mundo real, para facilitar que o aluno reconheça, identifique e associe o ícone ao seu verdadeiro significado.
44. Certifique-se que os ícones sejam proporcionais, consistentes e adequados com relação aos outros componentes da interface [PAR 97].

FIGURA 4.2 - Exemplos que permitem verificar a composição das regras

Como mencionado anteriormente, os elementos da interface contemplados pelas recomendações foram selecionados do confronto das necessidades e expectativas dos projetistas com os requisitos propostos para concepção do guia.

A primeira versão do guia seguia a estrutura preliminarmente definida, era composta de 21 páginas, incluindo a capa de identificação e, para cada elemento da interface, um texto introdutório justificando a importância de sua adequada seleção e configuração juntamente com as regras sugestivas, enumeradas para facilitar a consulta. Não incluindo, apenas, recomendações para sons, animações e vídeo.

Como forma de revisar e refinar a redação e o conteúdo das regras, uma cópia impressa do guia foi entregue para ser analisada por:

- especialistas em interfaces, para avaliarem a apropriação e coerência das recomendações com relação ao tipo de interface e elementos (recursos e objetos), para os quais as regras se destinavam;
- um grupo de Psicologia da Unisinos, para verificarem a pertinência das regras e a possibilidade de aproveitamento do guia no desenvolvimento de interfaces em relação ao Projeto Tapejara;
- um grupo de alunos da Faculdade de Comunicação da UFRGS, para examinarem a adequação das recomendações sob o ponto de vista do *design*.

Finalizadas as análises, as principais alterações e modificações sugeridas, foram: 1) realização de correções quanto a concordância verbal e nominal de algumas regras; 2) utilização de uma numeração global para as todas recomendações; 3) inclusão de um texto introdutório sobre o guia, índices alternativos com assuntos relacionados e um glossário de termos técnicos; 4) inclusão de um exemplo visual de cada elemento da interface acompanhando seu texto introdutório e regras; 5) utilização de exemplos ou justificativas caso existissem recomendações confusas de difícil compreensão por parte dos usuários.

Portanto, o guia foi construído através de um processo cíclico: a) elaborou-se a 1ª versão do guia resultante da seleção e triagem das recomendações existentes nas fontes preliminares; b) através da constante observação, acompanhamento e *feedback* da equipe de desenvolvimento; avaliação da consistência das recomendações e inclusão das modificações sugeridas, sucessivos refinamentos foram sendo realizados ao conjunto de regras sugestivas, resultando assim numa 2ª e numa 3ª versão do guia (a atual).

A versão atual do guia (constante no anexo 1) é composta por 204 recomendações sugestivas, relacionando aspectos de usabilidade a questões educacionais, para a utilização e configuração dos seguintes elementos da interface: *layout*, menus, textos, ícones, bolhas de informação, indicador de progressão, caixas de mensagem, imagens, tabelas, cursor, sons, animações e vídeo.

Constituem o guia: dois tipos de índice; as recomendações numeradas de forma global, mas categorizadas pelos diferentes tipos de objetos (ou elementos) da interface; um glossário de termos técnicos e as referências bibliográficas (de onde foram extraídas muitas das recomendações e heurísticas). Para cada objeto da interface, apresenta-se um exemplo gráfico desse objeto, um texto introdutório (com definições e considerações) justificando a importância de sua adequada seleção e configuração juntamente com as regras sugestivas (recomendações) devidamente referenciadas.

Contudo, certamente, através da reutilização do guia durante o projeto de outros *softwares* educacionais (a serem desenvolvidos pelo grupo GEPESE ou demais projetistas interessados em sua utilização), outras considerações e refinamentos poderão ser incorporados às atuais *guidelines* que compõem o guia, gerando versões mais atuais (e também mais consolidadas) das recomendações, o que faz dele um projeto dinâmico, com potencial constante de aprimoramento.

4.3 Etapa de avaliação

Concluída a primeira versão do guia, deu-se início ao estudo de caso envolvendo o projeto Software Geografia do Brasil (o qual se encontra detalhadamente descrito no capítulo 5). Este procedimento teve como objetivo avaliar, e parcialmente validar, tanto a utilização do guia quanto a aplicabilidade e eficácia das regras sugeridas.

A realização desse estudo de caso, compreendeu as seguintes atividades:

- avaliação da usabilidade do primeiro módulo do *software* educacional GEOGRAFIA DO BRASIL, projetado sem utilização do Guia;
- implementação do protótipo de um novo módulo do mesmo *software*, com utilização das recomendações constantes no Guia;
- avaliação da interface do novo módulo, através da repetição dos testes de usabilidade;
- análise e comparação dos resultados obtidos.

4.3.1 Avaliação de utilização do guia

O guia foi disponibilizado aos projetistas (tanto na forma impressa como em formato de arquivo) na fase inicial do projeto e pôde ser utilizado, como também, avaliado durante os cinco meses de implementação do protótipo.

Após a entrega do material aos projetistas, solicitou-se inicialmente que os mesmos fizessem uma leitura completa do guia, anotando dúvidas, sugestões e críticas com relação a estrutura e conteúdo do material.

A utilização do guia, na implementação do protótipo, permitiu observar e verificar: o nível de aceitação dos projetistas no manuseio do guia, a existência de dúvidas com relação a nomenclatura utilizada nas regras e a presença de recomendações de difícil compreensão (ou aceitação por parte dos usuários).

Portanto, durante todo o processo de desenvolvimento, pode-se coletar dúvidas, sugestões e críticas sobre o conteúdo do guia, e essas informações contribuíram significativamente para revisá-lo e adequá-lo ao público-alvo e tipo de interface em estudo.

4.3.2 Avaliação de melhorias na interface

Através dos testes de avaliação de usabilidade, aplicados em ambos os módulos, objetivou-se coletar informações quantitativas e qualitativas, que possibilitassem verificar (através da comparação dos resultados de teste) o nível de melhorias obtidas, com utilização do guia, na interface do novo módulo do *software*.

Para escolha das técnicas empregadas nos teste de avaliação de usabilidade (nos dois módulos), levou-se em consideração, aspectos como: tipo e qualidade dos dados coletados, disponibilidade de recursos e custo na realização das avaliações. Assim, optou-se em utilizar:

- a) testes com usuários, por fornecerem informações únicas e significativas em situações reais de interação [NIE 94];
- b) avaliação heurística, por ser um dos métodos de inspeção mais rápidos, fáceis e de baixo custo na aplicação [WIN 97];
- c) técnica TICESE, por ser um *checklist* específico para inspeção de conformidades ergonômicas em *softwares* educacionais [GAM 98];
- d) e a inspeção de Conformidade com Recomendações [NIE 94], utilizando para isto o próprio guia proposto, como forma de coletar informações quantitativas complementares às demais avaliações.

a) Testes com usuários

Os testes de usabilidade com usuários, constituem-se de um tipo de avaliação altamente significativa, na qual são relatados os problemas de usabilidade observados em situações reais de interação (dos usuários com a interface).

Está técnica é considerada uma das mais importantes e expressivas formas de avaliação, porque através dela é possível detectar-se problemas que dificilmente podem ser encontrados pelo emprego de outros métodos. Em experimentos, feitos por Jeffries [JEF et al. 1991], o teste com usuários foi capaz de encontrar muitos problemas de gravidade séria e evitar grande parte dos problemas de gravidade menos séria.

Os teste com usuários podem ser realizados em campo ou em laboratórios, sob condições controladas [DIX 98], mas o que distingue, basicamente, as variações deste método são os procedimentos e recursos utilizados para envolver os sujeitos na avaliação e obter deles, dados que levarão a inferir os problemas de usabilidade existentes na interface.

Portanto, as sessões de teste podem ser constituídas apenas de um ou mais avaliadores que iram observar e relatar as ações, reações e verbalizações do usuário enquanto este utiliza a interface, geralmente, em seu ambiente normal de trabalho ou ser realizadas em laboratórios, utilizando-se outros recursos de captura de dados como espelhos falsos, equipamento de registro de eventos (*log*), gravadores de áudio, câmaras de vídeo e envolvendo-se uma equipe maior de avaliadores (incluindo monitores de teste, avaliadores e observadores de diferentes *backgrounds*).

Basicamente, neste tipo de avaliação, os usuários participam realizando alguns tarefas (típicas ou críticas) envolvendo a interface, enquanto são observados (direta ou indiretamente) por avaliadores. São condições essenciais para a realização dos testes: 1) o envolvimento de usuários representativos e de ao menos um avaliador (observador) especialista em interfaces, 2) a preparação do ambiente e material de teste, dos usuários e das tarefas a serem requisitadas, 3) a utilização de algum tipo de registro das situações observadas e das informações coletadas e 4) o tratamento, posterior, dos dados de teste.

Durante as sessões de teste podem ser coletados dados de desempenho e de preferência, os quais podem ser avaliados tanto quantitativa quanto qualitativamente [RUB 94]. Os dados de desempenho referem-se as informações objetivas do comportamento dos usuários, tais como: taxas de erros, medidas de tempo, quantidade de tarefas completadas ou não (correta ou incorretamente), etc., e os dados de preferência representam as opiniões e atitudes dos usuários, tais como: número de comentários positivos e negativos, posturas de aceitação ou rejeição, expressões de dificuldade de uso ou de compreensão, preferência por determinados elementos da tela ou estilos de interação.

Apesar do método apresentar um custo relativamente alto, devido ao número de participantes envolvidos e o tempo consumido (durante as sessões de teste e posterior tratamento dos dados), oferece as seguintes vantagens:

- permite observar as atitudes e reações de usuários reais frente a interface;
- não necessita de um grande número de especialistas em interface;
- revela problemas realmente graves e de impacto aos usuários;
- possibilita que reações de causa e efeito possam ser cuidadosamente examinadas;
- e que hipóteses de problemas inferidos (através de outros métodos) possam ser efetivamente confirmadas ou rejeitadas.

Trata-se de um método empírico que, embora não precise necessariamente ser feito de modo formal, exige um certo rigor científico e controles experimentais. Os controles experimentais contribuem na definição dos requisitos da avaliação, determinando: o tamanho e as características da amostra, a seleção dos cenários, a priorização das tarefas, os tipos de métricas a utilizar e os recursos materiais necessários, para a realização dos testes.

b) Avaliação Heurística

A avaliação heurística é um dos métodos de inspeção mais conhecidos e utilizados, na avaliação de interfaces. Baseia-se na utilização de um conjunto pequeno e limitado de heurísticas, como diretrizes capazes de orientar os avaliadores enquanto esses percorrem a interface na busca de problemas e deficiências.

Entre as heurísticas mais conhecidas, para guiar este tipo de teste, estão as propostas por Jacob Nielsen em [NIE 94]. São elas:

1. *Visibilidade do estado do sistema*: O sistema sempre deve conservar os usuários informados sobre o que está acontecendo, através de *feedback* apropriado em tempo razoável.
2. *Combinação (harmonia) entre sistema e o mundo real*: O sistema deve falar a linguagem dos usuários, com palavras, frases e conceitos familiares ao usuário, invés de termos orientados ao sistema. Seguir convenções do mundo real, fazer com que a informação surja de uma ordem natural e lógica.
3. *Controle e liberdade do usuário*: Os usuários freqüentemente selecionam funções por engano e necessitam de uma indicação de "saída de emergência", para sair de um estado indesejável rapidamente. Suporte desfazer e refazer.
4. *Consistência e padrões*: Os usuários não devem precisar adivinhar que diferentes palavras, situações ou ações significam a mesma coisa. Siga convenções da plataforma.
5. *Prevenção de erros*: Melhor que uma boa mensagem de erro é um projeto cuidadoso com prevenções a um problema antes dele ocorrer a primeira vez.

6. *Reconhecer invés de recordar*: Torne os objetos, ações e opções visíveis. O usuário não deve ter que lembrar informações de uma parte do diálogo para outra. Instruções para usar o sistema devem ser visíveis ou facilmente recuperáveis quando apropriado.
7. *Flexibilidade e eficiência de uso*: Aceleradores - não vistas por usuários novatos - podem frequentemente acelerar a interação dos usuários mais avançados, assim, como o sistema pode suprir ambos usuários experientes e inexperientes. Permitir que os usuários criem suas próprias formas de ativar ações frequentes.
8. *Estética e design mínimo*: Diálogos não devem conter informações que são irrelevantes ou raramente necessárias. Toda a unidade extra de informação em um diálogo compete com as unidades relevantes de informação e diminuem sua visibilidade relativa.
9. *Auxiliar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se dos erros*: Mensagens de erro devem ser expressadas em linguagem simples (não códigos), indicando precisamente o problema e sugestões construtivas para uma solução.
10. *Ajuda e documentação*: Mesmo que o sistema possa ser usado facilmente sem documentação, pode ser necessário prover ajuda e documentação. Qualquer informação deve ser fácil de ser pesquisada, focalizada nas tarefas do usuário, com lista concreta de passos mínimos a serem executados.

Com base nestes princípios, os avaliadores, em inspeções individuais, passam a percorrer a interface identificando os problemas nela encontrados, tais problemas podem ser registrados pelos próprios avaliadores ou por um observador presente durante as sessões de teste (ou mesmo transcrevendo os relatos dos avaliadores, que foram registrados em câmeras de vídeo ou gravadores de áudio).

Após, concluída a descrição dos problemas em formulários, cada problema é analisado e a ele é atribuído uma taxa de gravidade, conforme exemplo tab. 4.1 proposta em [NIE 94], onde as severidades podem ser definidas pela equipe de avaliação, considerando-se o grau de influência dos problemas sobre a realização das tarefas.

TABELA 4. 2 - Escala de severidades atribuídas em teste de avaliação heurística

SEVERIDADE	SIGNIFICADO
0	Não é considerado, totalmente, um problema de usabilidade
1	Problema apenas cosmético: não necessita ser consertado ao menos que haja tempo extra disponível no projeto
2	Problema menor de usabilidade: o conserto deste problema deverá ter baixa prioridade
3	Problema maior de usabilidade: é importante consertá-lo, para isto deverá ser dado alta prioridade
4	Catástrofe de usabilidade: é obrigatório consertá-lo, antes do produto ser divulgado

O resultado da avaliação é uma listagem dos problemas identificados, acompanhados de suas devidas severidades, podendo incluir ainda a descrição das heurísticas violadas, como também, comentários dos avaliadores.

Jacob Nielsen considera a avaliação heurística como um dos métodos de inspeção mais baratos, fáceis e rápidos de serem aplicados, propondo-o, assim, como uma técnica de engenharia de usabilidade descontada [NIE 97], onde a utilização de 3 a 5 avaliadores representa a melhor relação de custo/benefício de aplicação do método.

Em um experimento realizado por Jeffries et al. [JEF 91], a avaliação heurística foi reconhecida como o método que conseguiu identificar o maior número de problemas apresentando o mais baixo custo, porém, também, mostrou-se ser o método que identificou o maior número de problemas menos sérios, que muitas vezes afetam apenas questões de eficiência e não de efetividade das tarefas, ou que podem ser muitas vezes considerado como simples questões de gosto ou preferência do avaliador, e que portanto, tratam-se apenas de julgamentos individuais.

Considerando-se que o avaliador é um elemento fundamental neste tipo de método e que, dificilmente, um único avaliador consegue detectar todos os problemas de usabilidade em uma interface, para aplicação desta técnica é aconselhável a utilização de um número razoável de avaliadores, os quais podem ser especialistas em interface, consultores em desenvolvimento de software, usuários finais com conhecimento de conteúdos ou tarefas, ou outros tipos de profissionais.

Contudo, experimentos, relatados em [NIE 92] [WIN 98] e [VAL 00c], demonstram que o perfil dos avaliadores tem grande impacto sobre o desempenho do método e que dependendo da interface a ser avaliada melhores resultados podem ser obtidos quando na mesma equipe da avaliação são envolvidos avaliadores especialistas e não-especialistas em interfaces.

c) Inspeção de Conformidade com Recomendações

A técnica de Inspeção de Conformidade com Recomendações, também conhecida como Avaliação baseada em *Guidelines*, refere-se a um método de avaliação através do qual avaliadores fazem a conferência das propriedades da interface frente ao que é recomendado por um conjunto de *guidelines*.

Este tipo de avaliação equivale a um *check-list* das propriedades, características e comportamentos da interface, por isto pode ser considerado um método tanto heurístico como determinístico. Seu aspecto heurístico deve-se às *guidelines*, derivadas de conhecimento e experiência acumuladas, sendo que o determinístico relaciona-se aos

resultados obtidos durante a verificação, que têm cobertura determinada pelas *guidelines* utilizadas.

Caracteriza-se por ser um dos métodos que apresenta um dos menores custos de aplicação [JEF 91]. O baixo custo decorre por diversos fatores: não precisar ser, obrigatoriamente, aplicado por avaliadores especialistas em interfaces; não envolver usuários reais e consumir mínimo tempo durante as sessões de teste e, posterior, tratamento dos dados. Por apresentar esta característica, poderia ser enquadrado como um dos métodos de engenharia de usabilidade descontada [NIE 97], se não fosse o fato de sua produtividade estar restrita à abrangência das *guidelines* consideradas na avaliação.

De fato, este tipo de avaliação torna-se efetivamente pouco mencionada e utilizada, devido a inexistência de *guidelines*, que abordem particularidades e características pertinentes a tipos específicos de interface. O que torna, em geral, este método, como constatado em [JEF 91], eficaz na detecção de problemas recorrentes e gerais, mas falho na identificação de muitos problemas graves, que necessitariam de estudos mais aprofundados da interface, *guidelines* mais específicas, ou mesmo, a participação de usuários e especialistas.

Outro aspecto interessante deste método, além do baixo custo, é que os avaliadores inspecionando a interface, por meio de *guidelines* adequadas ao tipo de interface em avaliação, tendem a realizar avaliações mais completas que em outros métodos, ou seja, é efetuada uma avaliação geral e abrangente de todas as características, comportamentos e propriedades da interface e não apenas a detecção do maior número de problemas, como ocorre em alguns casos de avaliação heurística, onde os resultados da avaliação muitas vezes sofrem a influência das preferências pessoais e da forma como o avaliador percorre a interface.

Portanto, esta técnica se empregada com *guidelines* adequadas ao projeto apresenta os seguintes benefícios:

- possibilita um maior controle sobre os avaliadores;
- pode ser utilizada, praticamente, durante todas as fases do projeto;
- promove o envolvimento dos desenvolvedores;
- tem baixo custo de utilização;
- não necessita, obrigatoriamente, de avaliadores especialistas em interfaces;
- promove avaliações mais abrangentes e sistemáticas;
- permite a detecção não apenas de problemas de usabilidade, como também, de melhorias ou aspectos em conformidade com princípios de usabilidade.

d) TICESE

A TICESE trata-se de uma *Técnica* específica de *Inspeção de Conformidades Ergonômicas em Software Educacional*, corresponde a um *check-list* que permite verificar a conformidade da interface frente as questões/heurísticas propostas.

A técnica destina-se, basicamente, a apoiar o processo de avaliação de qualidade em *softwares* educacionais, tentando integrar aspectos pedagógicos e de usabilidade e sistematizar, assim, um conjunto de questões a serem observadas durante a avaliação deste tipo de produto [GAM 98].

Composta por um conjunto de critérios e sub-critérios de inspeção, a TICESE encontra-se disponível através do Manual do Avaliador², que é um documento organizado em 3 seções: a primeira fornece explicações para aplicação da técnica e apresenta diretrizes para o tratamento quantitativo dos resultados, a segunda contém a descrição e justificativa de cada critério e sub-critério de avaliação e a terceira corresponde ao formulário de inspeção, propriamente dito, com as 270 questões que formam o *check-list*.

Conforme Gamez [GAM 98], apesar da TICESE, inicialmente, ter sido concebida para ser utilizada por professores e quaisquer outros profissionais, envolvidos no processo de avaliação e seleção de PEIs. A aplicação da técnica deve ser efetuada por uma equipe multidisciplinar, com a presença de profissionais com algum conhecimento em ergonomia de IHC, visto que a mesma enfatiza consideravelmente questões de usabilidade.

A TICESE compreende um modelo de avaliação, formado por um **módulo de classificação**, que tem a função de identificar que tipo de *software* educacional está sendo avaliado, um **módulo de avaliação ergonômica**, que possibilita checar a conformidade da interface frente aos critérios e sub-critérios propostos e um **módulo de avaliação contextual**, que visa verificar se o *software* educacional é adequado ao contexto pedagógico da instituição de ensino, para o qual se destina.

Portanto, esta técnica permite a classificação do tipo de *software* educacional a ser avaliado, a avaliação ergonômica/pedagógica tanto do produto quanto da documentação que o acompanha e o tratamento quantitativo dos resultados obtidos, os quais podem ser analisados através da comparação dos percentuais de conformidade ergonômica obtidos, na totalização dos pesos atribuídos as questões de cada critério e sub-critérios examinados.

² O Manual do Avaliador e demais informações sobre a técnica podem ser obtidas no *site* do LabIUtil (Laboratório de Utilizabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina) através do endereço <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/estilo/Guia.htm>

4.4 Considerações Finais

Através deste capítulo, buscou-se apresentar as etapas envolvidas na construção e avaliação do Guia, descrevendo os procedimentos e as atividades que foram realizadas, como também, elucidando as técnicas que foram empregadas para viabilizar o processo de avaliação.

Na etapa de definição foram analisados os requisitos indispensáveis para concepção do guia, determinando-se: quem seriam os projetistas que fariam parte do público-alvo (incluindo levantamento de suas necessidades e expectativas), que tipo de interface seria contemplada pelas recomendações (delimitando os objetos de interesse), que fontes de informações seriam utilizadas para composição das regras e como deveria ser a estrutura preliminar do guia.

Na seção 4.2, descreveu-se como as regras foram compostas e que procedimentos foram utilizados para revisar e refinar a redação e o conteúdo das regras, gerando, assim, diversas versões do Guia.

E, finalmente, na seção referente a etapa de avaliação, relacionou-se de que forma foi avaliado o desempenho do guia, em termos de utilização e melhorias obtidas na interface, citando o estudo de caso envolvendo o projeto Software Geografia do Brasil e descrevendo as técnicas empregadas para a realização dos teste de avaliação de usabilidade da interface de ambos os módulos.

5 Estudo de Caso

O objetivo deste capítulo é apresentar, detalhadamente, a aplicação do Guia a um estudo de caso real: na concepção da interface de um novo módulo do Software Geografia do Brasil.

Como descrito no capítulo anterior, a realização desse estudo de caso compreendeu as seguintes atividades:

- avaliação da usabilidade do primeiro módulo do *software* educacional GEOGRAFIA DO BRASIL, projetado sem utilização do Guia;
- implementação do protótipo de um novo módulo do mesmo *software*, com utilização das recomendações constantes no Guia;
- avaliação da interface do novo módulo, através da repetição dos testes de usabilidade;
- análise e comparação dos resultados obtidos.

Esse estudo de caso teve como meta principal avaliar, e parcialmente validar, tanto a utilização do guia (através do acompanhamento da equipe de desenvolvimento, durante a implementação do protótipo) quanto a aplicabilidade e eficácia das regras sugeridas (através da avaliação da usabilidade de ambas as interfaces).

A utilização do guia, na implementação do protótipo, permitiu observar e verificar: o nível de aceitação dos projetistas no manuseio do guia, a existência de dúvidas com relação a nomenclatura utilizada nas regras e a presença de recomendações de difícil compreensão (ou aceitação por parte dos usuários).

Através dos testes de avaliação de usabilidade, aplicados em ambos os módulos, objetivou-se coletar informações quantitativas e qualitativas, que possibilitassem verificar (através da comparação dos resultados de teste) o nível de melhorias obtidas, com utilização do guia, na interface do novo módulo do *software*.

Este capítulo está estruturado em 3 seções. Na primeira seção, descreve-se o primeiro módulo do software (desenvolvido sem utilização do guia) e os resultados obtidos na avaliação. Na segunda seção, apresenta-se o segundo módulo do software (desta vez desenvolvido com utilização do guia), como também os resultados de sua avaliação. E finalmente, na terceira seção, apresenta-se uma síntese em forma de uma discussão dos resultados obtidos nos testes realizados em ambos os módulos.

5.1 Software Geografia do Brasil: Módulo I

5.1.1 Interface

O primeiro módulo do Software Geografia do Brasil, desenvolvido sem utilização do Guia de Recomendações e qualquer outra técnica de concepção e avaliação de interfaces, aborda os conteúdos referentes a Geografia Física do Brasil, subdivididos em 4 sub-módulos: Clima, Vegetação, Relevo e Hidrografia (ver fig. 5.1).



FIGURA 5.1 - Menu principal do software Geografia do Brasil (módulo I)

Conforme fig. 5.1, cada sub-módulo deste *software* pode ser acionado clicando-se sobre o rótulo ou imagem que o caracteriza, sendo possível também visualizar outras imagens associadas a cada tema, posicionando o *mouse* sobre as diferentes áreas de imagem.

As telas da interface de cada sub-módulo possuem, basicamente, a seguinte estrutura (conforme mostra a fig 5.2):

1. área de identificação, na parte superior direita da tela, com título e ícone do sub-módulo sendo estudado;
2. menu de sub-módulos, na parte superior esquerda da tela, com ícones em estado inativo;
3. área de opções, na parte vertical esquerda da tela, com os ícones mapa, menu, jogo e som;

4. menu, na parte inferior esquerda tela, com temas relacionados ao sub-módulo sendo estudado;
5. área de informações, geralmente, na parte central da tela, onde são apresentados os textos e imagens;
6. área de navegação, na parte inferior direita da tela, com os botões seta para a esquerda, sair e seta para a direita.

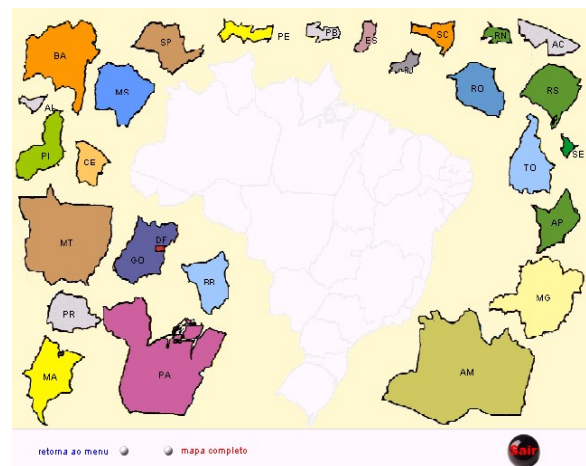


FIGURA 5.2 - Estrutura básica das telas do software Geografia do Brasil (módulo I)

Mantendo essa estrutura básica, o software ainda apresenta uma tela para apresentação dos mapas (acionada através do ícone mapas) e uma tela referente ao jogo (acionada através do ícone jogo), fig. 5.3.



(a)



(b)

FIGURA 5.3 - Módulo I exemplo de (a) tela de mapas e (b) tela do jogo

Portanto, acompanhando as figuras 5.2 e 5.3 (a), entre alguns problemas que a interface deste *software* apresenta, estão os seguintes:

- a) problemas com relação a seleção de objetos: o *software* não explorava adequadamente os recursos de multimídia, como sons, imagens, vídeos e animações; limitando-se apenas a exposição de textos e algumas imagens, tornando a interface desmotivante e pouco atrativa. A utilização mais adequada destes recursos poderia reduzir a frustração do aluno, aumentar seu desempenho e tornar a utilização do software menos fatigante e exaustiva;
- b) problemas com relação a configuração dos objetos:
 - no menu de sub-módulos, os ícones horizontais além de apresentarem a aparência de inativos (mesmo estando ativos) não possuem nenhuma descrição, o que levou muitos alunos durante os ensaios de interação a pensar que tratavam-se apenas de imagens decorativas;
 - os ícones verticais, localizados do lado esquerdo da tela, são pouco familiares e significativos das funções a eles relacionadas (o que ocasionou muitos erros de interpretação) e não sinalizam os diferentes estados que podem assumir (por exemplo, o ícone som não possui nenhuma ação a ele associada mesmo assim encontra-se sempre ativo na tela);
 - na área de navegação, o pouco espaço entre as flechas e o botão sair, ocasionaram muitas vezes o acionamento indesejado da opção sair;
 - o menu, localizado na parte inferior esquerda da tela, não apresenta consistência em termos de alinhamento, codificação de cores e comportamento entre os diferentes sub-módulos, o que levou os alunos muitas vezes a erros de interpretação;
 - as imagens, apresentadas na área de informações, são muito pequenas (não ampliáveis), muitas vezes ilegíveis e sem nenhuma descrição que auxilie o aluno na sua identificação;
 - os textos, que acompanham as imagens, são muito extensos, redigidos em fontes sem serifa e tamanho muito pequeno, o que dificulta a legibilidade dos caracteres, tornando a leitura do texto bastante cansativa e pouco atrativa;
 - os textos apresentam erros de português e vocabulário de difícil compreensão;
 - os textos são totalmente narrados, numa velocidade de leitura totalmente incompatível com a velocidade de leitura demonstrada pelos alunos, e a interface não oferece qualquer controle sobre o som, o que gerou muita insatisfação por parte dos usuários.

5.1.2 Avaliação da usabilidade

Nesta sub-seção apresenta-se, sistematicamente, o resultado dos teste de usabilidade aplicados no primeiro módulo do *software* Geografia do Brasil.

a) Testes com usuários

Para os ensaios de interação, deste módulo, foram envolvidos 10 alunos de 6ª série do ensino fundamental, vinculados a escolas públicas da região. Estes alunos são usuários representativos do público-alvo da aplicação.

A seleção dos alunos deu-se de forma aleatória, ou seja, foram escolhidos, para participar dos testes, alunos de ambos os sexos com diferentes níveis de habilidades, dificuldades e conhecimentos (tanto na área específica de domínio do *software* quanto no manuseio e uso do computador).

Os testes foram realizados, com 50% dos alunos no laboratório de informática de uma das escolas e com os outros 50% dos usuários, as sessões de teste foram conduzidas fora do ambiente da escola.

Os testes foram feitos em sessões individuais por aluno, utilizando o método *think aloud* simplificado [VAL 99], as sessões não foram filmadas e tiveram a duração de aproximadamente 65 minutos.

Antes de iniciar cada sessão de avaliação foi explicado ao aluno, que:

- ele estava participando voluntariamente da avaliação e que poderia, portanto, caso desejasse, a qualquer momento abandonar a sessão de teste;
- o que seria avaliado seria a usabilidade da interface (ou seja, o quanto a tela e os elementos que a compõem seriam fáceis e agradáveis de serem utilizados) e não seu conhecimento na área específica de domínio do *software* (no caso conhecimentos sobre geografia física do Brasil);
- ele receberia uma lista de atividades a serem feitas, utilizando o *software*;
- as atividades propostas poderiam ser realizadas em seu ritmo próprio, sem tempo fixo de conclusão para cada tarefa;
- durante a realização das atividades, seria muito importante que ele verbalizasse seu raciocínio e expressasse livremente seus sentimentos, dificuldades e impressões com relação ao uso da interface;
- durante toda a sessão de avaliação uma pessoa acompanharia sua interação, apenas para fazer anotações sobre as situações e ações observadas (no uso da interface), podendo, também, se necessário prestar-lhe alguma assistência em caso de dúvidas ou dificuldades.

Portanto, durante a sessão de avaliação o aluno deveria executar, de forma seqüencial, um roteiro de atividades com tarefas típicas e críticas (conforme anexo 2), verbalizando suas impressões sobre a interface e a tarefa a ser realizada. Muitas das atividades propostas neste roteiro foram baseadas nos problemas de usabilidade detectados durante os teste de avaliação heurística, anteriormente, realizados por professores e especialistas em interface.

Após o término de cada sessão, os dados coletados através da observação eram analisados e interpretados, identificando-se assim os problemas de usabilidade detectados nos ensaios de interação (ver fig. 5.4).

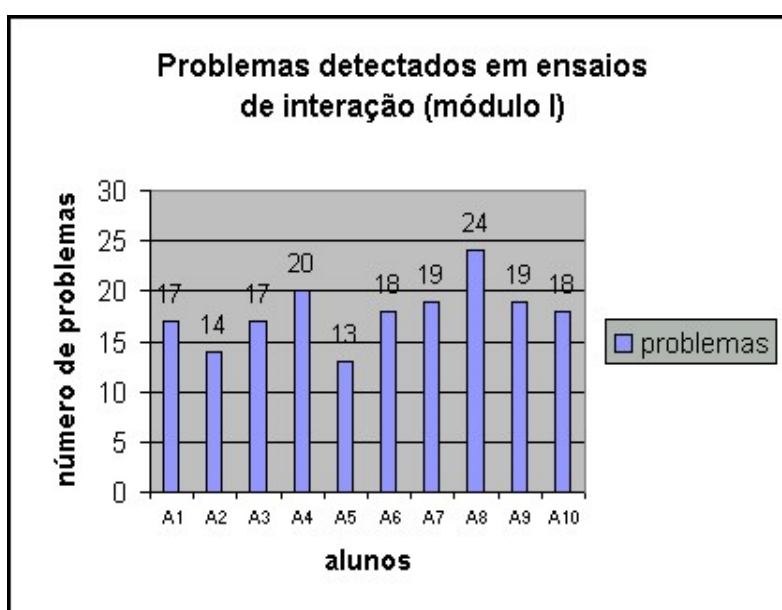


FIGURA 5.4 - Gráfico dos resultados obtidos nos ensaios de interação (módulo I)

Também, no final de cada sessão, foi coletada a opinião subjetiva dos usuários com relação a interface (ver anexo 3), dos 10 alunos entrevistados, obteve-se os seguintes resultados:

- Na questão 1: todos os alunos responderam que gostaram de usar o software;
- Na questão 2: 5 alunos responderam que acharam fácil utilizá-lo e 5 alunos responderam que acharam mais ou menos fácil utilizá-lo;
- Na questão 3: 7 alunos responderam que não conseguiriam utilizá-lo, pela primeira vez sem auxílio de um professor e 3 responderam que achavam que conseguiriam;
- Na questão 4: 9 alunos responderam que achavam importante que o software fornecesse algum tipo de ajuda e 1 aluno respondeu que não achava necessário;
- Na questão 5: 3 alunos responderam que o que mais gostaram no software foi as imagens, 4 alunos responderam que foi os mapas, 1 aluno respondeu que foi a música, 1 aluno respondeu que foi o jogo e outro aluno respondeu que foi os textos;

- Na questão 6: 2 alunos responderam que gostaram de tudo, 4 alunos responderam que não gostaram dos textos, 2 responderam que não gostaram das músicas (e narração) e 2 responderam que não gostaram das imagens;
- Na questão 7: 4 alunos responderam que os textos apresentavam letras muito pequenas e eram cansativos de ler, 3 alunos responderam que os textos eram interessantes e cansativos e 3 alunos responderam que os textos eram interessantes, mas as letras eram muito pequenas;
- Na questão 8: 1 aluno respondeu que as imagens eram bonitas e pequenas, 3 alunos responderam que as imagens eram bonitas, pequenas e difíceis de identificar, 2 alunos responderam que as imagens eram bonitas e pouco nítidas e 2 alunos responderam que as imagens eram bonitas e difíceis de identificar;
- Na questão 9: 2 alunos responderam que acharam os sons agradáveis, 3 responderam que acharam as músicas agradáveis e as narrações cansativas, 5 alunos responderam que acharam os sons cansativos, difíceis de controlar e as narrações muito lentas ou muito rápidas.

b) Avaliação Heurística

Devido a dificuldade de realizar a avaliação heurística, utilizando apenas avaliadores especialistas em interfaces, optou-se em utilizar outros tipos de avaliadores, exigindo, contudo, um treinamento prévio destes avaliadores, bem como, a adequação da técnica para que este tipo de avaliação pudessem ser viabilizada.

Para esse tipo de avaliação foram envolvidos 5 avaliadores, sendo 2 especialistas em interfaces e 3 não-especialistas, dos quais 1 era pedagogo e 2 eram professores de geografia especialistas no domínio de conhecimento coberto pelo software.

Nas sessões realizadas pelos especialistas em interface, utilizou-se literalmente as heurísticas e procedimentos propostos por Jacob Nielsen, em [NIE 94]. Entretanto, para as sessões envolvendo os não-especialistas em interface, procedeu-se conforme descrito em [VAL 00c]:

- 1) para facilitar a compreensão por parte dos avaliadores, adaptou-se as heurísticas como segue:

Heurísticas (critérios) de Usabilidade, a serem avaliados:

1. Relação e conformidade com o mundo real

O software fala a linguagem dos alunos, ou seja, os textos estão numa linguagem acessível, familiar e compreensível para eles, não apenas o texto mas os ícones, imagens e todos os demais elementos do interface são fáceis de compreender seu significado.

2. Controle sobre o software e liberdade em utilizá-lo

O aluno tem liberdade de escolher o que quer fazer no software e quando ele quer fazer, ou seja, ele tem total controle sobre a operacionalização dos recursos que o software oferece e a apresentação das informações, como por exemplo: desfazer uma operação, refazê-la, sair de uma tela e retornar a outra, sair do software a qualquer momento, retomar a uma dada informação ou situação.

3. Consistência e padronização

O software mantém um padrão de apresentação das informações entre as diferentes telas que possui, ou seja, há uma consistência na forma como as informações são apresentadas e os recursos são disponibilizados para utilização pelo aluno. O aluno sempre pode operá-los da mesma forma permitindo assim que o mesmo não necessite lembrar o que tais recursos oferecem. O aluno não tem que adivinhar que diferentes objetos e ações possuem significados e comportamentos semelhantes.

4. Prevenção de erros

O software contém poucos erros de execução e quando os possui preocupa-se em fornecer ao aluno informações que evitem com que ele (o aluno) faça operações incorretas ou tome decisões precipitadas. O software emprega mecanismos que o torne de fácil compreensão e manipulação, auxiliando os alunos durante a interação e evitando assim que cometam erros de operação.

5. Reconhecer invés de recordar

O software fornece informações que permitam que o aluno possa reconhecer "como se faz alguma coisa" e não tenha que recordar (lembrar) como se faz.

6. Agradabilidade e satisfação subjetiva

O software é atrativo, esteticamente agradável, cativante. Os textos e diálogos não contêm informações irrelevantes e desnecessárias, de forma que a interação do software torna-se cansativa (chata). As informações (ou mídias) extras competem com informações mais relevantes ou diminuem a atenção e interesse do aluno pela aprendizagem.

7. Tratamento de erros

Quando o aluno realiza alguma operação errada no sistema ou o sistema possui erros de execução é fornecido ao aluno mensagens de erros que possibilitam a ele diagnosticar o que causou o erro e como recuperá-lo ou contorná-lo.

8. Ajuda e documentação

O software fornece um manual ou documentação que explique como utilizá-lo (como as coisas funcionam dentro dele) e possui um recurso de help (ajuda dentro do software) que possa ser acessado a qualquer momento, quando o aluno precisar ou tiver dúvidas de como utilizar algum recurso. Se possui, este material é claro, acessível, de fácil e simples utilização.

9. O software é simples e natural

As imagens, ícones, textos, expressões e demais recursos disponíveis são simples de usar e aprender como manipulá-los, podem ser naturalmente acessados, tornando-se assim a interface transparente para o aluno, de forma que o conteúdo e as habilidades a serem desenvolvidas sejam mais importante que o software em si.

10. Flexibilidade e eficiência

O software fornece recursos que permitam uma multiplicidade de maneiras de trocar informações, tendo o aluno: iniciativa de diálogo, possibilidade de executar múltiplas tarefas e disponibilidade de múltiplos canais de informação (auditivo, visual, etc.). O software é eficiente tanto na sua operação quanto nos recursos fornecidos, para viabilizar os propósitos educacionais estabelecidos.

- 2) as sessões ocorreram de forma individual por avaliador, para cada sessão iniciou-se fornecendo ao avaliador uma cópia das heurísticas adaptadas, seguindo-se com uma explicação detalhada de cada heurística acompanhada de exemplos de outros softwares, de como o avaliador poderia encontrar e relatar os problemas de usabilidade utilizando-se das heurísticas;
- 3) finalizada a fase de treinamento, deu-se continuidade ao teste propriamente dito, durante o qual os avaliadores percorreram todas as telas do software verificando a conformidade da interface frente as heurísticas propostas. Para cada problema detectado o avaliador relatava suas observações e considerações a um experimentador, que as descrevia fielmente em um formulário, logo em seguida, após o avaliador revisar a transcrição do problema relatado pelo experimentador, atribuía a esse problema o grau de severidade necessária, conforme a tab. 5.1:

TABELA 5.1 - Escala de severidades atribuídas aos problemas detectados no teste de avaliação heurística com avaliadores não-especialistas em interfaces

SEVERIDADE	SIGNIFICADO
1	Problema que não exerce influência ou prejudica a execução de uma tarefa, compreensão do conteúdo ou desenvolvimento das habilidades esperadas
2	Problema que exerce pouquíssima influência, mas não impede ou prejudica o aluno na execução de uma tarefa, compreensão do conteúdo ou desenvolvimento das habilidades esperadas
3	Problema que afeta levemente a execução de uma tarefa, compreensão do conteúdo ou desenvolvimento das habilidades esperadas
4	Problema que atrapalha e dificulta sensivelmente o aluno na execução de uma tarefa, compreensão do conteúdo ou desenvolvimento das habilidades esperadas
5	Problema que severamente prejudica ou impede a execução de uma tarefa, compreensão do conteúdo ou desenvolvimento das habilidades esperadas

O tempo de duração, das sessões de teste, foi variável entre os grupos de avaliadores, visto que não se delimitou um tempo fixo de duração para as inspeções, obteve-se a média de 75 minutos de duração entre as sessões realizadas pelos avaliadores professores e a média de 55 minutos de duração entre as sessões efetuadas pelos avaliadores especialistas em interfaces.

Conforme mostra o gráfico, fig. 5.5, o total de problemas detectados por cada avaliador, antes de serem descartadas as sobreposições de problemas, foi o seguinte:

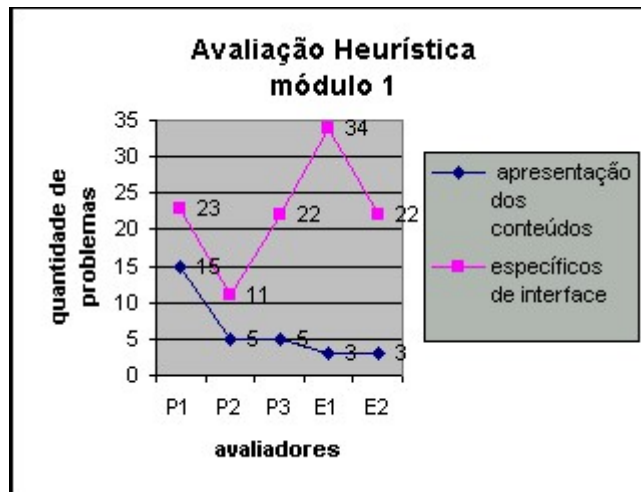


FIGURA 5.5 - Gráfico da quantidade de problemas detectados no teste de avaliação heurística (módulo I)

Conforme relatado em [VAL 00c], os resultados obtidos, através das avaliações, foram analisados levando-se em consideração tanto o domínio dos problemas encontrados quanto o número de problemas detectados: 1) por mais de um avaliador (de ambos os grupos); 2) somente pelos especialistas em interface; 3) somente pelos professores; e 4) por todos os avaliadores (somando-se os subtotais obtidos nos itens 1, 2 e 3).

Quanto aos problemas encontrados, consideraram-se dois domínios: 1) problemas específicos de usabilidade, como por exemplo, "*o ícone de som encontra-se ativo na tela, porém clicando-se sobre ele nada acontece*"; e 2) problemas relacionados a apresentação dos conteúdos, por exemplo, "*Em [vegetação], no texto sobre pradarias, no terceiro parágrafo há um erro de português*" ou "*Em [hidrografia], as imagens apresentadas sobre a bacia Platina tem pouquíssima relação com os textos sobre o mesmo assunto*".

Assim, descartando-se os problemas duplicados, os demais problemas foram classificados e distribuídos da seguinte forma, conforme a tab. 5.2:

TABELA 5.2 - Classificação e distribuição dos problemas encontrados pelos avaliadores no teste de avaliação heurística (módulo I)

Problemas encontrados:	Problemas do tipo:	
	Apresentação dos conteúdos	Específicos de Interfaces
<i>por professores e especialistas em interfaces</i>	6	21
Subtotais	6	21
<i>somente por professores</i>		
P1	9	10
P2	1	1
P3	3	4
Subtotais	13	15
<i>somente por especialistas em interfaces</i>		
E1	0	16
E2	3	10
Subtotais	3	26
Totais	22	62

Analisando-se a tab. 5.2, constatou-se que o subtotal de problemas encontrados específicos de interface foi maior entre os especialistas em interfaces, embora o professor P1 tenha detectado o mesmo número de problemas deste domínio com relação ao especialista E2. Porém, a diferença mais notável pôde ser observada na análise dos problemas relacionados a apresentação dos conteúdos, na qual somente os professores foram responsáveis em detectar um subtotal de 13 problemas deste tipo contra 3 problemas detectados pelos especialistas.

Outro dado importante a ser considerado, embora não esteja representado na tabela, relaciona-se aos problemas encontrados por mais de um avaliador, ou seja, os problemas que apresentavam duplicidade de ocorrência. Destes, dos 6 problemas do tipo apresentação dos conteúdos 67% deles encontravam-se duplicados somente entre as avaliações dos professores e dos 21 problemas de interface 71% deles encontravam-se duplicados somente entre as avaliações dos especialistas em interfaces.

Estes dados comprovaram, que apesar dos avaliadores dos dois grupos serem capazes de detectar problemas de ambos os domínios, cada grupo de avaliadores obteve melhor desempenho em sua área de especialização.

Assim, dos 84 problemas detectados ao todo, 27 problemas foram encontrados por mais de um avaliador (de ambos os grupos), 28 problemas foram encontrados apenas pelos professores e 29 problemas foram encontrados apenas pelos especialistas em interfaces, conforme mostra a fig. 5.6:

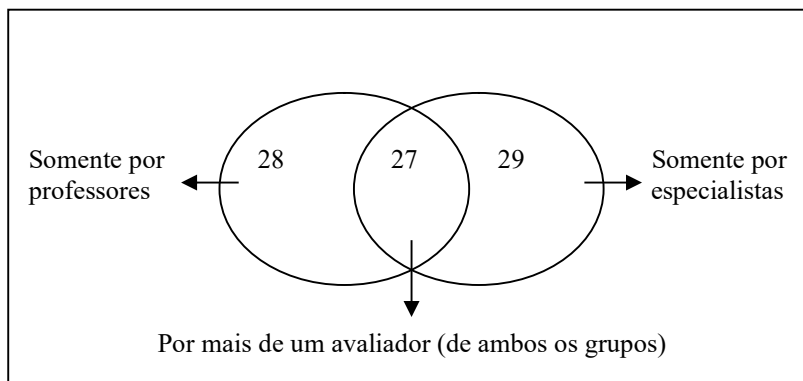


FIGURA 5.6 - Totais de problemas detectados no teste de avaliação heurística (módulo I)

c) Inspeção de Conformidade com Recomendações

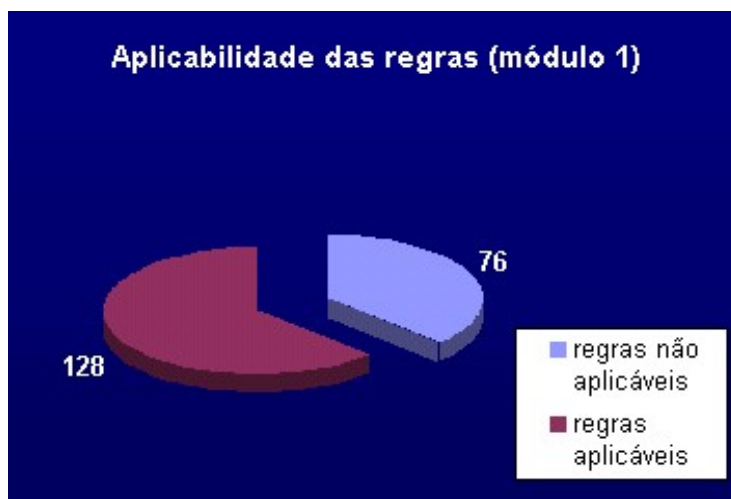
Como forma de verificar os índices de aplicabilidade e de conformidade da interface ao conjunto de recomendações constantes no guia, realizou-se na interface deste módulo uma inspeção de conformidade com recomendações, citada em Nielsen e Mack [NIE 94].

Conforme descrito em [VAL 00b], entende-se aqui por aplicabilidade a pertinência das recomendações às interfaces analisadas e por conformidade o cumprimento das regras aplicáveis na composição de tais interfaces.

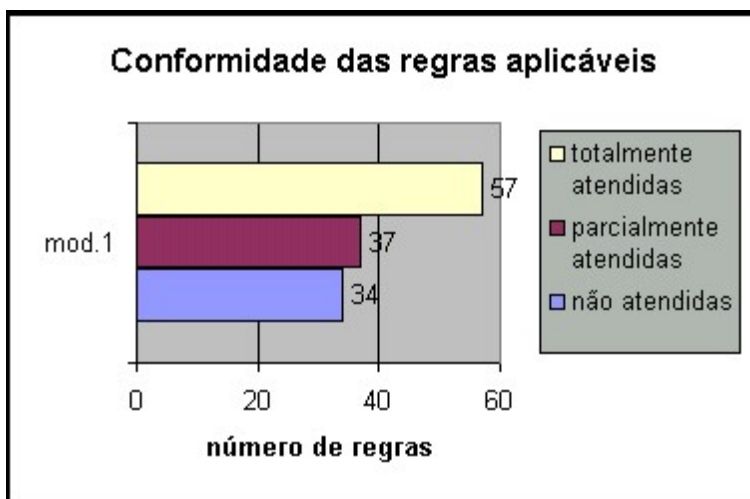
Com relação a conformidade das regras aplicáveis, para cada recomendação sugerida pôde-se ter como resultados: total ausência de cumprimento da regra sugerida, parcial ou total conformidade da interface à recomendação. Considerando-se, nesta avaliação, como conformidade parcial as seguintes situações: quando a interface não atendia a todos os aspectos recomendados pela regra ou quando a regra apresentava total conformidade apenas em 50% das telas analisadas.

Esta inspeção realizou-se da seguinte forma: 1) percorreu-se todas as telas da interface para verificar quantas regras eram efetivamente aplicáveis na interface do módulo analisado; 2) após, assinaladas as regras não aplicáveis, percorreu-se novamente todas as telas da interface verificando quais regras aplicáveis eram totalmente atendidas, parcialmente atendidas ou completamente infringidas; e 3) finalmente, realizou-se a contagem geral de cada situação observada durante a inspeção.

Os gráficos a seguir, fig. 5.7 (a) e (b), apresentam os resultados obtidos através da aplicação do teste de inspeção de conformidades, com as recomendações constantes no guia.



(a)



(b)

FIGURA 5.7 - Gráficos dos resultados obtidos no teste de Inspeção de Conformidades (módulo I)

Conforme mostra o Gráfico 1, fig. 5.7 (a), das 204 regras constantes no guia, no primeiro módulo do software, mostraram-se aplicáveis 128 regras contra 76 regras não aplicáveis. Analisando-se o gráfico 2, fig. 5.7 (b), das 128 regras aplicáveis, 34 estavam em total inconformidade, 37 apresentavam conformidade parcial e 57 apresentavam total conformidade as recomendações analisadas.

Portanto, mesmo considerando-se que este módulo do software tenha sido desenvolvido sem utilização do Guia (e qualquer outra técnica de concepção e avaliação de interfaces) nota-se que pela aplicação do conhecimento empírico dos próprios projetistas, durante a concepção deste módulo, foi possível encontrar uma significativa quantidade de regras que apresentaram total (57 regras) e parcial conformidade (37 regras) na interface inspecionada.

d) TICESE

A exemplo da avaliação heurística, devido a dificuldade de realizar este tipo de avaliação utilizando apenas avaliadores especialistas em interfaces, optou-se em utilizar para aplicação desta técnica outros tipos de avaliadores, como professores com conhecimentos específicos nas áreas de Geografia e Pedagogia.

Considerando-se que a aplicação da técnica deve ser efetuada por uma equipe multidisciplinar (com a presença de profissionais com algum conhecimento em ergonomia de IHC), para aplicação da TICESE foram envolvidos 5 avaliadores, sendo 3 especialistas em interfaces e 2 não-especialistas, dos quais 1 era pedagogo e 1 era professor de geografia especialista no domínio de conhecimento coberto pelo *software*.

Nas sessões realizadas, tanto pelos especialistas quanto pelos não-especialistas em interface, foram seguidas as instruções constantes no manual do avaliador. Portanto, cada avaliador executou, basicamente, os seguintes passos: 1) primeiro, realizou o reconhecimento do *software*, de forma a compreender o seu funcionamento; 2) depois, fez o reconhecimento da técnica, realizando uma leitura prévia de todo manual incluindo: a definição dos critérios, a taxonomia de *software*, o formulário de inspeção e o tratamento quantitativo; e 3) após, finalizada a etapa de reconhecimento, deu início ao processo de avaliação com o uso da técnica.

Durante a inspeção, propriamente dita, correspondente ao módulo de avaliação foram realizados os seguintes procedimentos:

- a) leitura de cada questão do *checklist* e verificação da existência do atributo na interface, marcando a opção NA (de não aplicável), para as questões não aplicáveis ao *software*, e assinalando, para as questões aplicáveis:
 - S (de sim), quando o atributo era totalmente atendido na interface,
 - P (de parcialmente), quando o atributo era parcialmente atendido na interface,
 - N (de não), quando o atributo não era atendido na interface;
- b) finalizada esta etapa, iniciou-se o tratamento quantitativo dos dados, atribuindo pesos e valores as questões, conforme especificado abaixo:

Atribuição de pesos:

- para as questões com resposta **não se aplica**, atribuir o **peso 0 (zero)**,
- para as demais questões, classificá-las segundo uma ordem de importância atribuindo **peso 1.5 (um e meio)**, para as questões consideradas **muito importantes**, e **peso 1(um)**, para as questões consideradas importantes;

Atribuição de valores:

- para as questões com resposta **sim**, atribuir o **valor 1 (um)**,
- para as questões com resposta **não**, atribuir o **valor 0.5 (meio)**,
- para as questões com resposta não, atribuir o **valor 0 (zero)**;

c) após, atribuídos os pesos e valores, calculou-se as médias de cada critério, pela eq. 5.1:

$$X_{(j)} = \frac{\sum_{(i=1)}^{q(j)} a(i) * p(i)}{\sum p(i)q(j)} * 100$$

(5.1)

Onde:

j = critério

q_j = número de questões por critério

$a(i)$ = valor da questão

$p(i)$ = peso atribuído à questão

Conforme mostra a tab. 5.3, os percentuais de conformidade ergonômica encontrados pelos avaliador, em cada critério avaliado, foram os seguintes:

TABELA 5.3 - Percentuais de conformidade ergonômica encontrados pelos avaliadores, através da técnica TICESE (módulo I)

	<i>Avaliadores especialistas em interfaces</i>			<i>Avaliadores não especialistas em interfaces</i>	
	E1	E2	E3	P1	P2
Identificação do Produto	56%	0%	47%	66%	66%
Identificação dos Pré Requisitos Técnicos	0%	0%	100%	100%	100%
Identificação dos Pré Requisitos Pedagógicos	0%	0%	75%	0%	50%
Identificação dos Objetivos Pedagógicos	0%	0%	25%	38%	38%
Documentação: Presteza	0%	0%	0%	0%	0%
Documentação - Legibilidade	80%	0%	0%	0%	0%
Documentação - Agrupamento de Itens	0%	0%	0%	0%	0%
Documentação - Densidade Informacional	100%	0%	0%	0%	0%
Documentação - Consistência	75%	0%	0%	0%	0%
Documentação - Significado dos Códigos e Denominações	67%	0%	0%	0%	0%
Condução On line - Presteza	36%	39%	57%	52%	41%
Qualidade da Opções de Ajuda	0%	0%	0%	0%	0%
Condução - Legibilidade	78%	61%	81%	61%	44%
Condução- Agrupamento e Distinção por Formato	92%	67%	33%	67%	25%
Condução - Agrupamento e Distinção por Localização	100%	80%	40%	100%	100%
Condução- Feedback Imediato	29%	29%	7%	29%	14%
Recursos de apoio à compreensão dos conteúdos	36%	46%	52%	39%	29%
Carga Informacional	60%	75%	70%	68%	68%
Concisão	100%	100%	100%	100%	100%
Ações Mínimas	71%	71%	71%	86%	100%
Densidade informacional	100%	85%	65%	68%	50%
Flexibilidade	43%	21%	14%	21%	36%
Consideração da Experiência do Utilizador	0%	33%	17%	33%	33%
Ações explícitas do utilizador	0%	0%	38%	19%	19%
Controle do Utilizador	32%	75%	54%	64%	61%
Correção de Erros	0%	0%	0%	0%	0%
Qualidade das Mensagens de Erros	0%	0%	0%	0%	0%
Proteção Contra Erros	40%	100%	40%	60%	60%
Avaliação do Aprendizado	0%	0%	0%	0%	0%
Homogeneidade	100%	92%	75%	83%	67%
Significado dos Códigos e Denominações	23%	50%	54%	50%	50%
Compatibilidade	0%	100%	50%	0%	0%

O gráfico a seguir, fig. 5.8, apresenta a média dos percentuais de conformidade ergonômica detectados pelos avaliadores, em cada critério avaliado:

FIGURA 5.8 - Gráfico dos resultados obtidos na técnica TICESE (módulo I)

Analisando o Gráfico, fig. 5.8, dos 32 critérios ou sub-critérios avaliados, apenas 1 (um) apresentou 100% de percentual de conformidade, 3 (três) apresentaram de 80 a 99% de conformidade, 5 (cinco) apresentaram de 60 a 79% de conformidade, 5 (cinco) apresentaram de 40 a 59% de conformidade, 7 (sete) apresentaram de 20 a 39% de conformidade, 10 (dez) apresentaram de 0% a 19% de conformidade, sendo que destes 6 (seis) critérios apresentaram 0% de conformidade. Isto, significa que apenas 11 dos critérios ou sub-critérios avaliados apresentaram mais 50% de conformidade ergonômica, ou seja, 64% dos critérios ou sub-critérios avaliados apresentaram baixos índices de conformidade.

No formulário de inspeção, tanto o módulo de classificação quanto o módulo de avaliação contextual foram respondidos apenas pelos avaliadores professores, sendo que nem todas as questões destes módulos foram respondidas por esses avaliadores, por este motivo foram desconsideradas nesta análise.

5.2 Software Geografia do Brasil: Módulo II

5.2.1 Interface

O novo módulo do *software* Geografia do Brasil, cujo protótipo foi implementado com utilização do guia de recomendações, aborda os conteúdos relacionados a Geografia Regional do Brasil incluindo informações sobre a colonização, localização, população e regionalização do país, considerando também seus contrastes relativos aos aspectos sociais, econômicos, políticos e culturais.

O protótipo desenvolvido envolveu a implementação de dois sub-módulos do *software*, referentes a Colonização e Contrastes do Brasil, totalizando a prototipação da interface de aproximadamente 65 telas, contendo todas as características e funcionalidades representadas.

Como descrito no capítulo anterior, o guia foi disponibilizado aos projetistas na fase inicial do projeto e pôde ser utilizado, como também, avaliado durante os cinco meses de implementação do protótipo. O acompanhamento das atividades, durante a implementação do protótipo, permitiu observar e verificar: o nível de aceitação dos projetistas no manuseio do guia, a existência de dúvidas com relação a nomenclatura utilizada nas regras e a presença de recomendações de difícil compreensão (ou aceitação por parte dos usuários).

Portanto, através da constante observação, acompanhamento e *feedback* dos projetistas, pôde-se coletar dúvidas, sugestões e críticas sobre o conteúdo do guia, e assim revisá-lo e adequá-lo ao público-alvo e tipo de interface em estudo, melhorando consideravelmente o nível de compreensão e clareza das recomendações.

A fig. 5.9 mostra a tela principal do segundo módulo do *software* Geografia do Brasil, prototipada para dar acesso aos 5 sub-módulos: Colonização, Contrastes, Localização, População e Regionalização:



FIGURA 5.9 - Menu principal do *software* Geografia do Brasil (módulo II)

Conforme fig. 5.9, cada sub-módulo deste *software* pode ser acionado clicando-se sobre o rótulo ou imagem que o caracteriza, sendo que tal procedimento sempre conduzirá a uma apresentação animada, que introduz os conceitos iniciais sobre o conteúdo em estudo, e logo em seguida, uma lista de opções (em forma de um menu) sobre os assunto a serem estudados relativos a este conteúdo. Também, faz parte do *layout* desta tela os botões Sair e Ajuda, que permitem respectivamente sair do *software* e acionar o *help on-line*.

As telas da interface de cada sub-módulo possuem, basicamente, a seguinte estrutura (conforme mostra a fig. 5.10):

1. menu de navegação, na parte esquerda superior da tela, contendo hierarquicamente a listagem dos tópicos e sub-tópicos até o momento selecionados (permitindo também o acesso direto a tela de qualquer um desses itens);
2. título do tópico, na parte superior da tela, com o título do sub-módulo em estudado;
3. ícones de navegação, na parte superior direita da tela, contendo os ícones que dão acesso direto aos demais sub-módulos;
4. ícones de controle, na parte vertical esquerda da tela, com os ícones mapa, narração, ajuda, vídeo e som, que permitem manipular as outras mídias e informações relacionadas ao assunto em estudo;
5. botões de controle, na parte inferior da tela, com os botões sair, seta para a esquerda e seta para direita, que permitem manipular a seqüência de apresentação das telas;

6. área de texto, na parte central esquerda da tela, contendo o título, o texto e, em geral, os botões de navegação entre as páginas de texto (botão continua ou botão retorna);
7. área de imagens, ao lado direito da área de texto, contém as imagens relacionadas ao assunto em estudo;

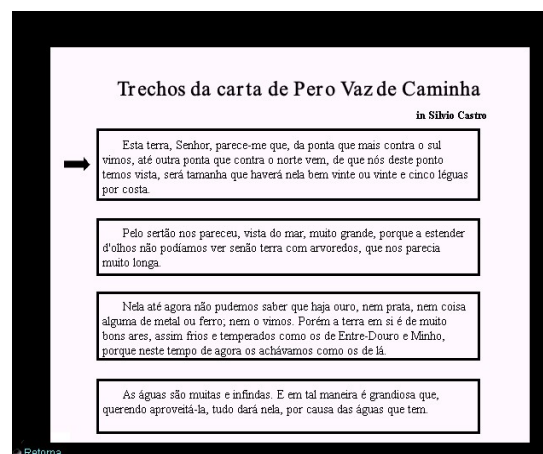


FIGURA 5.10 - Estrutura básica das telas do *software* Geografia do Brasil (módulo II)

Além dessa estrutura básica, a interface do *software* ainda apresenta telas com um *layout* padrão, para apresentação: dos mapas, das narrações, dos vídeos e dos sons, conforme fig. 5.11. Essas telas, caracterizam-se por manter em comum alguns elementos e comportamentos, como títulos de identificação e botões de cancelamento e retorno, e diferenciam-se na forma de manipulação de alguns objetos, dependentes do tipo de mídia envolvida na apresentação.



(a)



(b)

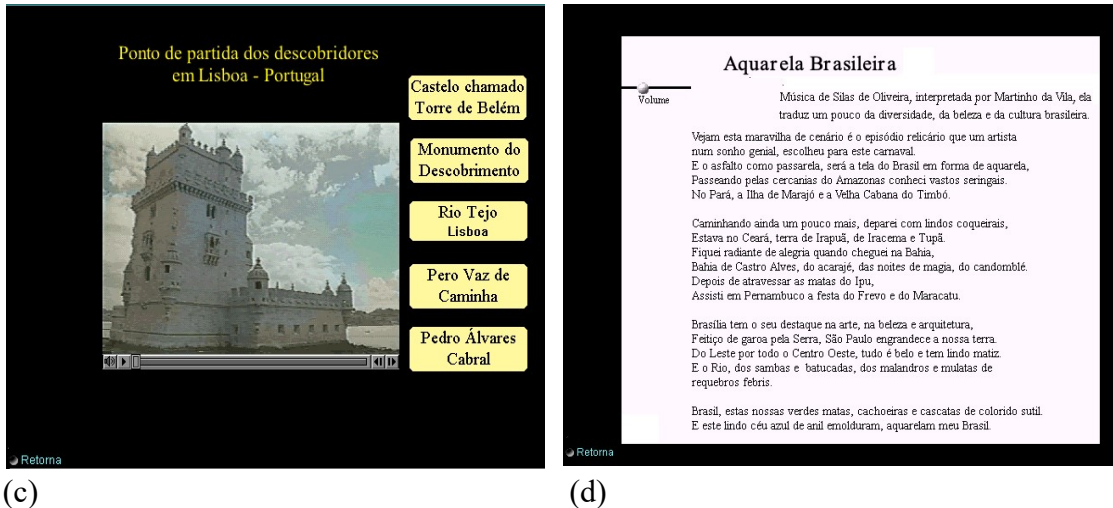


FIGURA 5.11 - Módulo II exemplo de (a) tela de mapas, (b) tela de narrações, (c) tela de vídeos e (d) tela de som

A interface possui, também, telas com *layout* variável e totalmente diferenciado, para apresentação: das imagens ampliadas, das animações e dos itens de ajuda, conforme fig. 5.12.

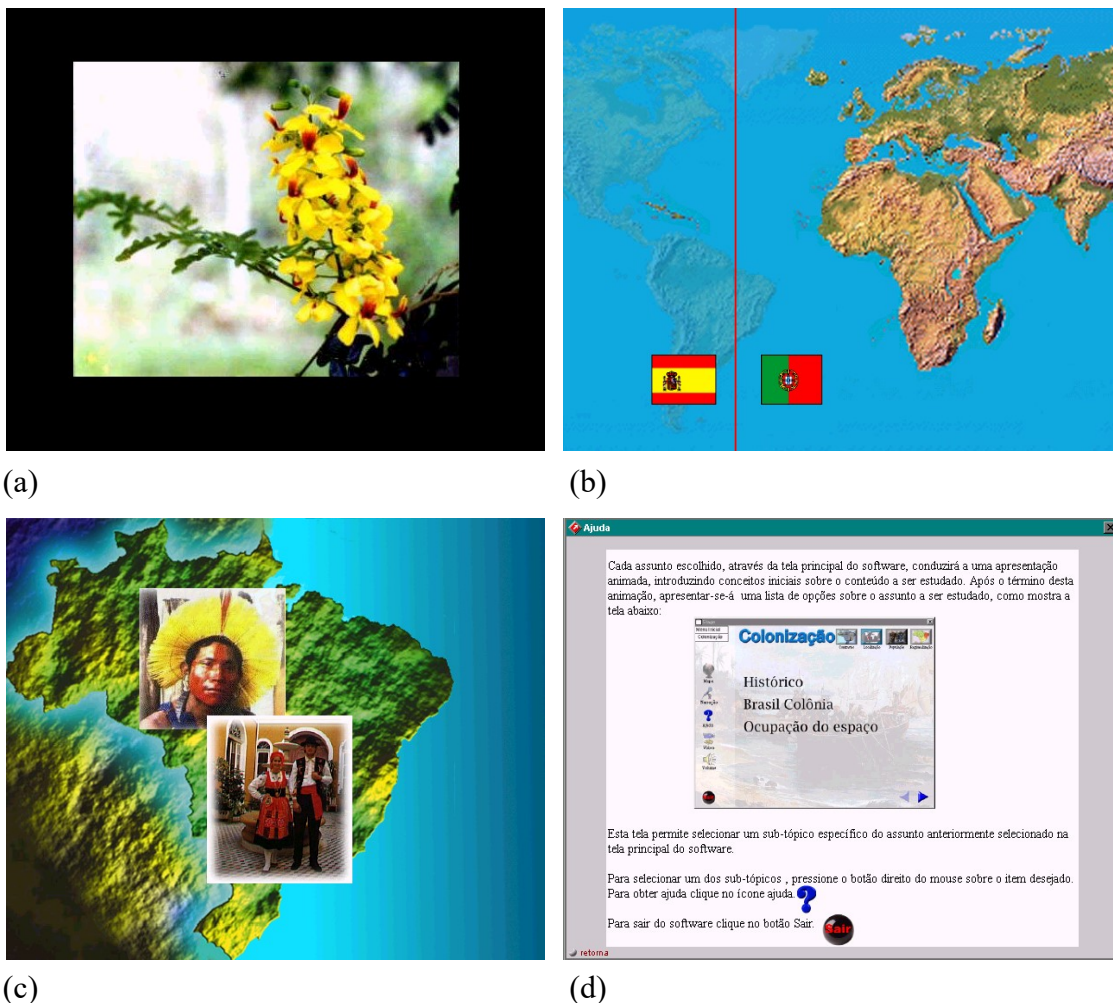


FIGURA 5.12 - Módulo II exemplo de (a) tela de imagens ampliadas, (b) (c) tela de animações, (d) tela de ajuda

Portanto, acompanhando as imagens acima (figuras 5.10, 5.11 e 5.12), com utilização das recomendações sugeridas no Guia, entre algumas melhorias que a interface desse novo módulo apresenta, com relação as telas do primeiro módulo, estão as seguintes:

- a) melhorias com relação a seleção de objetos: o *software* explorava de maneira mais abrangente e uniforme os recursos de multimídia, como sons (fig. 5.11 (b) (d)), imagens (figuras 5.11 (a) e 5.12 (a)), vídeos (fig. 5.11 (c)) e animações (fig. 5.12 (b) e (c)); não se limitando apenas a exposição de textos e algumas imagens, tornando, assim, a interface mais motivante e atrativa. Conseqüentemente, foi possível verificar nos ensaios de interação, que a utilização mais adequada destes recursos reduziu a frustração do aluno, aumentou seu desempenho e tornou a utilização do software menos fatigante e exaustiva

- b) melhorias com relação a configuração dos objetos (fig. 5.10):
 - todos os *ícones* (verticais e horizontais) apresentam: sinalização dos estados de ativo e inativo, descrição e representação significativa;
 - o botão sair e as setas, de navegação seqüencial entre telas, encontram-se devidamente separados;
 - os *menus* (ver imagem interna fig. 5.12 (d)), relacionados aos demais assuntos a serem estudados, são consistentes e seu acesso encontra-se separado das demais informações (textos e imagens);
 - o *software* disponibiliza aos alunos um sistema de *help on-line*, acessível através do ícone ajuda;
 - na parte superior esquerda da tela, há menu de navegação que permite que o aluno não apenas acompanhe o histórico de sua navegação (entre as opções de menu selecionadas), como também, retorne facilmente a uma opção anteriormente acessada;
 - todas as imagens são nítidas e possuem: rótulo descritivo, botão de navegação entre imagens e recurso de ampliação;
 - os textos são concisos, livres de erros de português, escritos com vocabulário familiar e de fácil compreensão (contendo bolhas de informação para termos desconhecidos) e são redigidos em fontes com serifa, tamanho legível e espaço adequado entre linhas e parágrafos;
 - os textos não são totalmente narrados, assim como, os demais sons não são incessantemente audíveis e sem nenhum controle por parte do usuário, as narrações e os sons relacionadas ao texto encontram-se disponíveis através dos ícones narração e som, onde também é possível controlar sua reprodução;

- além do título do sub-módulo em estudado, localizado na parte superior central da tela, todos os textos possuem um título que auxilia o aluno a identificar e compreender melhor sobre que assunto está sendo tratado no texto.

5.2.2 Avaliação da usabilidade

Nesta sub-seção apresenta-se, sistematicamente, o resultado dos teste de usabilidade aplicados no segundo módulo do *software* Geografia do Brasil. Nesse módulo, os testes foram realizados sob as mesmas condições e modalidades dos testes aplicados ao módulo I, ou seja, foram realizados no módulo II os mesmos tipos de teste aplicados no módulo I, envolvendo (dependendo da técnica) o mesmo número de usuários, avaliadores, procedimentos metodológicos e situações ambientais.

a) Testes com usuários

Para os ensaios de interação foram envolvidos os mesmos usuários representativos do público-alvo da aplicação, ou seja, os mesmos 10 alunos de 6ª série do ensino fundamental, que participaram dos ensaios de interação realizados no primeiro módulo do *software*.

Seguindo os mesmos procedimentos metodológicos, os testes foram aplicados, com 50% dos alunos no laboratório de informática de uma das escolas e com os outros 50% dos usuários, as sessões de teste foram conduzidas fora do ambiente escolar.

Os testes foram feitos em sessões individuais por aluno, utilizando o método *think aloud* simplificado [VAL 99], as sessões não foram filmadas e tiveram a duração de aproximadamente 50 minutos.

Antes de iniciar cada sessão de avaliação foi novamente explicado ao aluno, que:

- ele estava participando voluntariamente da avaliação e que poderia, portanto, caso desejasse, a qualquer momento abandonar a sessão de teste;
- o que seria avaliado seria a usabilidade da interface (ou seja, o quanto a tela e os elementos que a compõem seriam fáceis e agradáveis de serem utilizados) e não seu conhecimento na área específica de domínio do *software* (no caso conhecimentos sobre geografia política do Brasil);
- ele receberia uma lista de atividades a serem feitas, utilizando o *software*;
- as atividades propostas poderiam ser realizadas em seu ritmo próprio, sem tempo fixo de conclusão para cada tarefa;
- durante a realização das atividades, seria muito importante que ele verbalizasse seu raciocínio e expressasse livremente seus sentimentos, dificuldades e impressões com relação ao uso da interface;

- durante toda a sessão de avaliação uma pessoa acompanharia sua interação, apenas para fazer anotações sobre as situações e ações observadas (no uso da interface), podendo, também, se necessário prestar-lhe alguma assistência em caso de dúvidas ou dificuldades.

Portanto, durante a sessão de avaliação o aluno deveria executar, de forma seqüencial, um roteiro de atividades com tarefas típicas e críticas (conforme anexo 4), verbalizando suas impressões sobre a interface e a tarefa a ser realizada. Muitas das atividades propostas neste roteiro, também, foram baseadas nos problemas de usabilidade detectados durante os testes de avaliação heurística, anteriormente, realizados (no módulo II) por professores e especialistas em interface.

Após o término de cada sessão, os dados coletados através da observação foram analisados e interpretados, identificando-se assim os problemas de usabilidade detectados nos ensaios de interação (ver fig. 5.13).

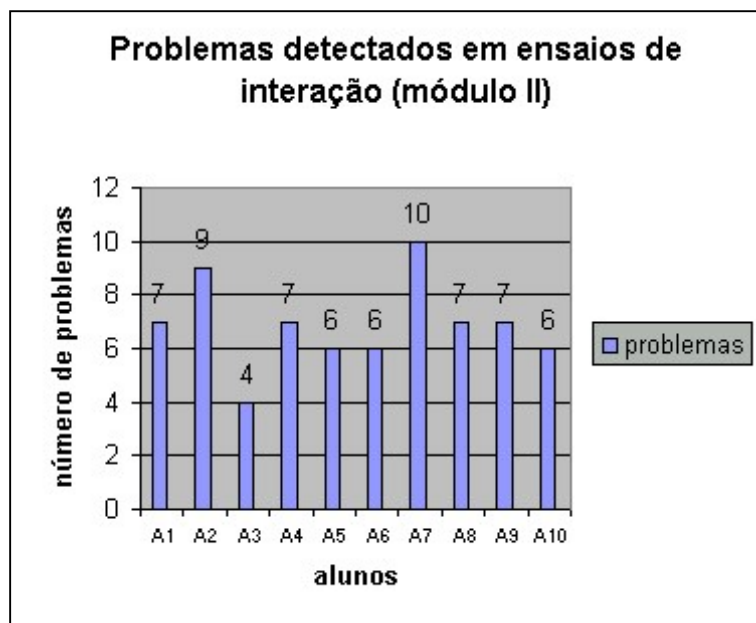


FIGURA 5.13 - Gráfico dos resultados obtidos nos ensaios de interação (módulo II)

Também, no final de cada sessão, foi coletada a opinião subjetiva dos usuários com relação a alguns elementos da interface (ver anexo 3). Com esta pesquisa, obtive-se os seguintes resultados:

- Na questão 1: todos os alunos responderam que gostaram de usar o *software*;
- Na questão 2: 8 alunos responderam que acharam fácil utilizá-lo e 2 alunos responderam que acharam mais ou menos fácil utilizá-lo;
- Na questão 3: 2 alunos responderam que não conseguiriam utilizá-lo, pela primeira vez sem auxílio de um professor e 8 responderam que achavam que conseguiriam;

- Na questão 4: todos responderam que achavam importante que o *software* fornecesse algum tipo de ajuda ao aluno;
- Na questão 5: 2 alunos responderam que o que mais gostaram no *software* foi as imagens e os textos, 2 alunos responderam que foi os vídeos e as imagens e 6 alunos responderam que foi os vídeos, as imagens e os sons;
- Na questão 6: 9 alunos responderam que gostaram de tudo e 1 aluno respondeu que não gostou do fato que após ampliar uma imagem é necessário ver novamente todas as imagens de uma seqüência;
- Na questão 7: todos os alunos responderam que acharam os textos interessantes;
- Na questão 8: 5 alunos responderam que acharam as imagens bonitas e legíveis (nítidas) e 5 alunos responderam que acharam as imagens bonitas, nítidas e fáceis de identificar;
- Na questão 9: 6 alunos responderam que acharam os sons agradáveis e 4 responderam que acharam os sons agradáveis e fáceis de controlar.

b) Avaliação Heurística

Para realizar o teste de avaliação heurística, também, foram envolvidos os mesmos avaliadores (especialistas e não-especialistas em interface), que participaram das sessões de teste aplicadas no primeiro módulo do *software*. Portanto, participaram como avaliadores 2 especialistas em interfaces e 3 não-especialistas, dos quais 1 era pedagogo e 2 eram professores de geografia especialistas no domínio de conhecimento coberto pelo *software*.

Nas sessões realizadas pelos especialistas em interface, utilizou-se literalmente as heurísticas e procedimentos propostos por Jacob Nielsen, em [NIE 94], e para as sessões envolvendo os não-especialistas em interface, procedeu-se da mesma forma que no módulo I (conforme descrito na seção 5.1.2 a)):

- 1) para facilitar a compreensão por parte dos avaliadores, utilizou-se as heurísticas adaptadas;
- 2) as sessões ocorreram de forma individual por avaliador, para cada sessão iniciou-se fornecendo ao avaliador uma cópia das heurísticas adaptadas, seguindo-se com uma explicação detalhada de cada heurística acompanhada de exemplos de outros *softwares*, de como o avaliador poderia encontrar e relatar os problemas de usabilidade utilizando-se das heurísticas;
- 3) finalizada a fase de treinamento, deu-se continuidade ao teste propriamente dito, durante o qual os avaliadores percorreram todas as telas do *software* verificando a conformidade da interface frente as heurísticas propostas. Para cada problema detectado o avaliador relatava suas observações e considerações a um

experimentador, que as descrevia fielmente em um formulário, logo em seguida, após o avaliador revisar a transcrição do problema relatado pelo experimentador, atribuía a esse problema o grau de severidade necessária, conforme apresentado na tab. 5.1.

O tempo de duração, das sessões de teste, também foi variável entre os grupos de avaliadores, visto que não se delimitou um tempo fixo de duração para as inspeções, obteve-se a média de 70 minutos de duração entre as sessões realizadas pelos avaliadores professores e a média de 55 minutos de duração entre as sessões efetuadas pelos avaliadores especialistas em interface.

Conforme mostra o gráfico, fig. 5.14, o total de problemas detectados por cada avaliador, antes de serem descartadas as sobreposições, foi o seguinte:

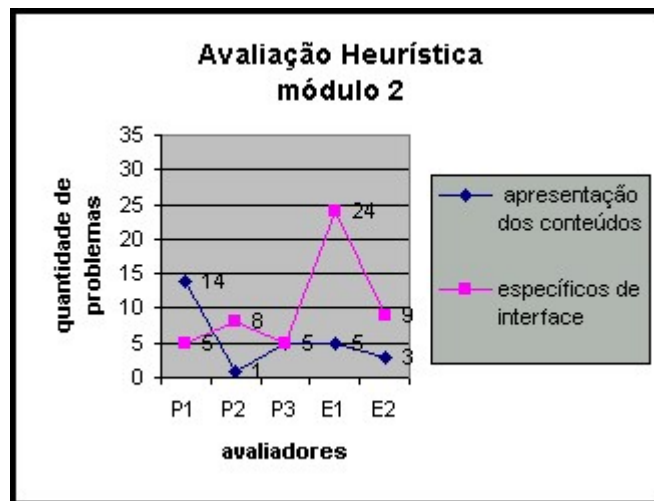


FIGURA 5.14 - Gráfico da quantidade de problemas detectados no teste de avaliação heurística (módulo II)

Da mesma forma que no módulo I, os resultados obtidos, através das avaliações, foram analisados levando-se em consideração tanto o domínio dos problemas encontrados (problemas específicos de usabilidade e problemas relacionados a apresentação dos conteúdos) quanto o número de problemas detectados: 1) por mais de um avaliador (de ambos os grupos); 2) somente pelos especialistas em interface; 3) somente pelos professores; e 4) por todos os avaliadores (somando-se os subtotais obtidos nos itens 1, 2 e 3).

Assim, descartando-se os problemas duplicados, os demais problemas foram classificados e distribuídos da seguinte forma, conforme a tab. 5.4:

TABELA 5.4 - Classificação e distribuição dos problemas encontrados pelos avaliadores no teste de avaliação heurística (módulo II)

Problemas encontrados:	Problemas do tipo:	
	Apresentação dos conteúdos	Específicos de Interfaces
<i>por professores e especialistas em interfaces</i>	0	9
Subtotais	0	9
<i>somente por professores</i>		
P1	15	1
P2	1	3
P3	5	2
Subtotais	21	6
<i>Somente por especialistas em interfaces</i>		
E1	3	8
E2	9	12
Subtotais	12	20
Totais	33	35

Analisando-se a tab. 5.4, constatou-se que o subtotal de problemas encontrados específicos de interface manteve-se maior entre os especialistas em interfaces. Porém, a diferença mais notável, pôde ainda ser observada na análise dos problemas relacionados a apresentação dos conteúdos, na qual somente os professores foram responsáveis em detectar um subtotal de 21 problemas deste tipo contra 12 problemas detectados pelos especialistas.

Com relação aos problemas encontrados por mais de um avaliador, ou seja, os problemas que apresentavam duplicidade de ocorrência, dos 9 problemas de interface detectados 50% deles encontravam-se duplicados entre as avaliações de ambos os avaliadores (especialistas e não-especialistas em interfaces).

Estes dados, ainda, comprovam que apesar dos avaliadores dos dois grupos serem capazes de detectar problemas de ambos os domínios, cada grupo de avaliadores obtêm melhor desempenho em sua área de especialização.

Assim, dos 68 problemas detectados ao todo, 9 problemas foram encontrados por mais de um avaliador (de ambos os grupos), 27 problemas foram encontrados apenas pelos professores e 32 problemas foram encontrados apenas pelos especialistas em interface, conforme mostra a fig. 5.15:

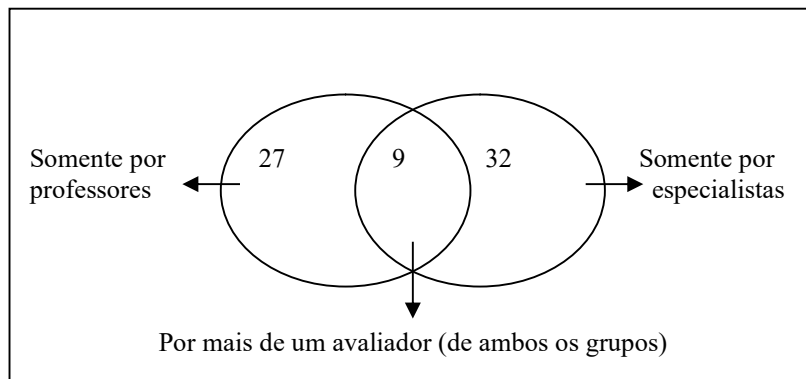


FIGURA 5.15 - Totais de problemas detectados no teste de avaliação heurística (módulo II)

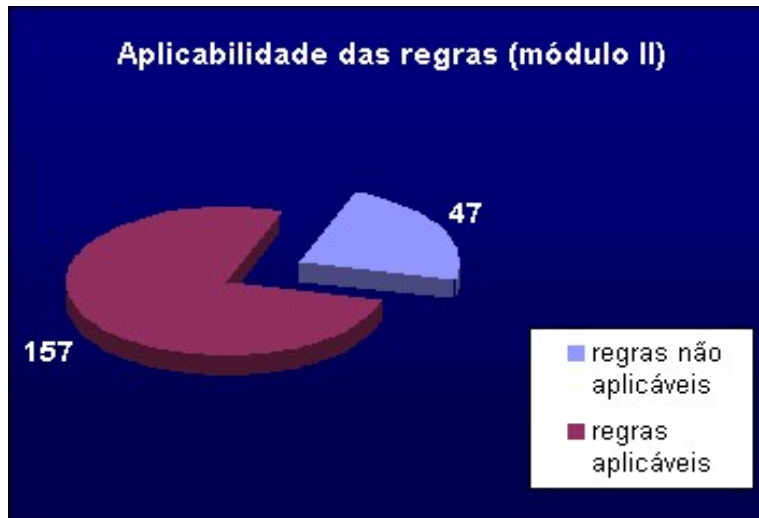
c) Inspeção de Conformidade com Recomendações

Como no módulo I, para verificar os índices de aplicabilidade e de conformidade da interface ao conjunto de recomendações constantes no guia, realizou-se na interface do segundo módulo uma inspeção de conformidade com recomendações, citada em Nielsen e Mack [NIE 94]. Entende-se aqui por aplicabilidade a pertinência das recomendações às interfaces analisadas e por conformidade o cumprimento das regras aplicáveis na composição das interfaces.

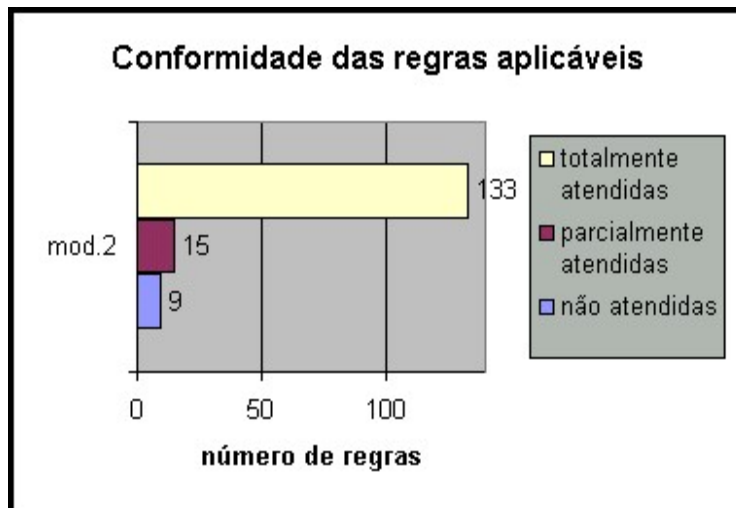
Assim, com relação a conformidade das regras aplicáveis, para cada recomendação sugerida pôde-se ter como resultados: total ausência de cumprimento da regra sugerida, parcial ou total conformidade da interface à recomendação. Considerando-se, também nesta avaliação, como conformidade parcial as seguintes situações: quando a interface não atendia a todos os aspectos recomendados pela regra ou quando a regra apresentava total conformidade apenas em 50% das telas analisadas.

Da mesma forma que no módulo I, esta inspeção realizou-se da seguinte forma: 1) percorreu-se todas as telas da interface para verificar quantas regras eram efetivamente aplicáveis na interface do módulo analisado; 2) após, assinaladas as regras não aplicáveis, percorreu-se novamente todas as telas da interface verificando quais regras aplicáveis eram totalmente atendidas, parcialmente atendidas ou completamente infringidas; e 3) finalmente, realizou-se a contagem geral de cada situação observada durante a inspeção.

Os gráficos a seguir, fig. 5.16 (a) e (b), apresentam os resultados obtidos através da aplicação do teste de inspeção de conformidades, com as recomendações constantes no guia.



(a)



(b)

FIGURA 5.16 - Gráficos dos resultados obtidos no teste de Inspeção de Conformidades (módulo II)

Conforme mostra o Gráfico 1, fig. 5.16 (a), das 204 regras constantes no guia, no segundo módulo do *software*, mostraram-se aplicáveis 157 regras contra 47 regras não aplicáveis. Analisando-se o gráfico 2, fig. 5.16 (b), das 157 regras aplicáveis, 9 estavam em total inconformidade, 15 apresentavam conformidade parcial e 133 apresentavam total conformidade as recomendações analisadas.

d) TICESE

A exemplo do módulo I, para aplicação da técnica TICESE foram envolvidos avaliadores especialistas e não-especialistas em interface, ou seja, participaram da avaliação 3 especialistas em interface e 2 não-especialistas, dos quais 1 era pedagogo e

1 era professor de geografia especialista no domínio de conhecimento coberto pelo *software*.

Nas sessões realizadas, tanto pelos especialistas quanto pelos não-especialistas em interface, também, foram seguidas as instruções constantes no manual do avaliador. Portanto, cada avaliador executou, basicamente, os seguintes passos: 1) primeiro, realizou o reconhecimento do *software*, de forma a compreender o seu funcionamento; 2) depois, fez o reconhecimento da técnica, realizando uma leitura prévia de todo manual incluindo: a definição dos critérios, a taxonomia de *software*, o formulário de inspeção e o tratamento quantitativo; e 3) após, finalizada a etapa de reconhecimento, deu início ao processo de avaliação com o uso da técnica.

Durante a inspeção, propriamente dita, foram realizados os seguintes procedimentos (conforme descrito na seção 5.1.2 d)):

- a) leitura de cada questão do checklist e verificação da existência do atributo na interface, marcando a opção NA para as questões não aplicáveis e para as questões aplicáveis, assinalando S (de sim), P (de parcialmente) ou N (de não);
- b) finalizada esta etapa, iniciou-se o tratamento quantitativo dos dados, atribuindo pesos (**0 (zero), 1.5 (um e meio) ou 1 (um)**) e valores (**1 (um), 0.5 (meio) ou 0 (zero)**) as questões;
- c) após, atribuídos os pesos e valores, calculou-se as médias de cada critério, utilizando a eq. 5.1.

Conforme mostra a tab. 5.5, os percentuais de conformidade ergonômica encontrados pelos avaliador, em cada critério avaliado, foram os seguintes:

TABELA 5.5 - Percentuais de conformidade ergonômica encontrados pelos avaliadores, através da técnica TICESE (módulo II)

	<i>Avaliadores especialistas em interfaces</i>			<i>Avaliadores não especialistas em interfaces</i>	
	E1	E2	E3	P1	P2
Identificação do Produto	75%	75%	75%	66%	88%
Identificação dos Pré Requisitos Técnicos	100%	100%	100%	100%	100%
Identificação dos Pré Requisitos Pedagógicos	50%	50%	50%	50%	50%
Identificação dos Objetivos Pedagógicos	58%	58%	42%	42%	67%
Documentação: Presteza	71%	71%	76%	79%	79%
Documentação - Legibilidade	90%	90%	100%	90%	100%
Documentação - Agrupamento de Itens	70%	70%	50%	50%	100%
Documentação - Densidade Informacional	100%	100%	100%	100%	100%
Documentação - Consistência	75%	75%	75%	75%	75%
Documentação - Significado dos Códigos e Denominações	100%	100%	100%	100%	83%
Condução On line - Presteza	50%	50%	43%	59%	73%
Qualidade da Opções de Ajuda	61%	61%	64%	68%	91%
Condução - Legibilidade	90%	90%	90%	86%	86%
Condução- Agrupamento e Distinção por Formato	83%	83%	67%	42%	42%
Condução - Agrupamento e Distinção por Localização	80%	80%	100%	100%	100%
Condução- Feedback Imediato	33%	33%	29%	29%	24%
Recursos de apoio à compreensão dos conteúdos	61%	61%	79%	93%	91%
Carga Informacional	68%	68%	68%	83%	88%
Concisão	100%	100%	100%	100%	100%
Ações Mínimas	71%	71%	86%	71%	86%
Densidade informacional	100%	100%	93%	95%	85%
Flexibilidade	36%	36%	57%	71%	50%
Consideração da Experiência do Utilizador	0%	0%	0%	17%	33%
Ações explícitas do utilizador	63%	63%	81%	100%	75%
Controle do Utilizador	50%	50%	63%	65%	50%
Correção de Erros	0%	0%	0%	0%	0%
Qualidade das Mensagens de Erros	0%	0%	0%	0%	0%
Proteção Contra Erros	40%	40%	60%	30%	60%
Avaliação do Aprendizado	0%	0%	0%	0%	0%
Homogeneidade	100%	100%	100%	100%	92%
Significado dos Códigos e Denominações	92%	92%	85%	85%	85%
Compatibilidade	100%	100%	100%	100%	100%

O gráfico a seguir, fig. 5.17, apresenta a média dos percentuais de conformidade ergonômica detectados pelos avaliadores, em cada critério avaliado:

FIGURA 5.17 - Gráfico dos resultados obtidos na técnica TICESE (módulo II)

Analisando o Gráfico, fig. 5.17, dos 32 critérios ou sub-critérios avaliados: 4 (quatro) apresentaram 100% de percentual de conformidade, 7 (sete) apresentaram de 80 a 99% de conformidade, 10 (dez) apresentaram de 60 a 79% de conformidade, 6 (seis) apresentaram de 40 a 59% de conformidade, apenas 1 (um) apresentou de 20 a 39% de conformidade, 4 (quatro) apresentaram de 0% a 19% de conformidade, sendo que destes 3 (três) critérios apresentaram 0% de conformidade. Isto, significa que 24 dos critérios ou sub-critérios avaliados apresentaram mais 50% de conformidade ergonômica, ou seja, apenas 25% dos critérios ou sub-critérios avaliados apresentaram baixos índices de conformidade.

5.3 Análise e comparação dos resultados

Nesta seção, apresenta-se uma síntese em forma de discussão dos resultados obtidos na aplicação do guia ao projeto *Software Geografia do Brasil*. Os resultados obtidos nos testes de avaliação de usabilidade, realizados na interface dos dois módulos, são aqui apresentados, comparados e discutidos com base nos gráficos que demonstram não apenas os resultados alcançados em cada um dos teste, como também, um comparativo entre o desempenho obtido em ambos os módulos.

5.3.1 Resultados obtidos no teste com usuários

Os resultados obtidos nos ensaios de interação realizados com usuários podem ser visualizados através da fig. 5.18, onde são apresentadas as quantidades de problemas encontrados, em ambos os módulos avaliados, em cada uma das 10 (dez) sessões de teste.

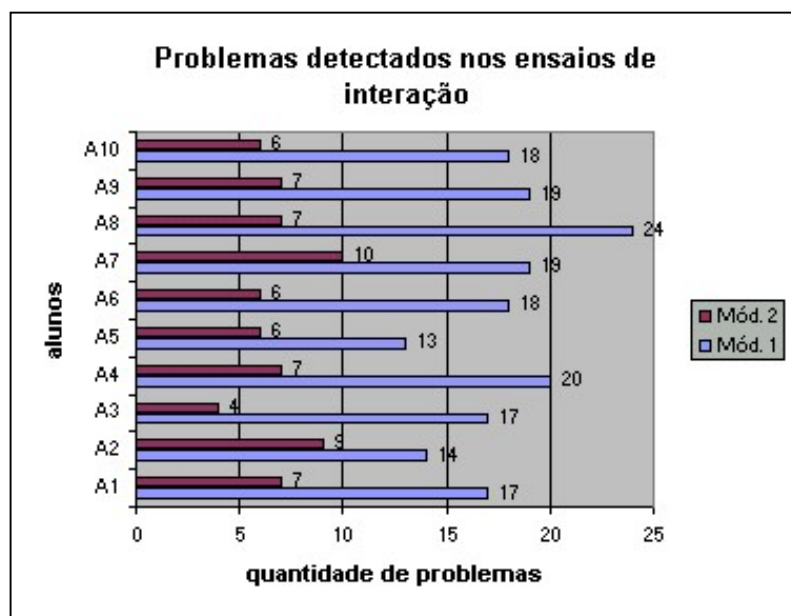


FIGURA 5.18 - Gráfico dos resultados gerais obtidos no teste com usuários

Analisando o gráfico, da fig. 5.18, percebe-se que houve uma significativa diminuição na quantidade de problemas de usabilidade detectados nas sessões de teste realizadas com os usuários na interface do módulo 2, obtendo-se a média de 6.9 problemas detectados nos ensaios de interação realizados no módulo 2 contra a média de 17.9 problemas detectados nos ensaios de interação realizados no módulo 1.

Portanto, nas 10 sessões de teste realizadas, em cada módulo, foi encontrada uma média de 60.8 % de problemas de usabilidade a menos no módulo 2 com relação ao módulo 1, sendo que entre as 10 sessões de teste realizadas 8 apresentaram um diminuição de mais de 50% na quantidade de problemas detectados e apenas 2 sessões (realizadas com os alunos A2 e A7) apresentaram um diminuição de 36% a 48% na quantidade de problemas detectados do módulo 2 para o módulo 1.

Através das observações realizadas durante os ensaios de interação e as respostas obtidas nas entrevistas (anexo 3) feitas após as sessões de teste, foi possível notar também um maior controle do usuário sobre a interface e um expressivo aumento no nível de interatividade e satisfação subjetiva do usuário.

Apresenta-se, a seguir, um comparativo dos dados coletados através das 10 entrevistas realizadas com cada módulo, no qual é possível perceber estas constatações:

- Questão 1:

Módulo 1: 100% dos alunos responderam que gostaram de usar o software, pelos seguintes motivos:

A1: *"Gostei de utilizá-lo, porque com ele posso apreender mais"*

A2: *"Gostei, porque dá para apreender várias coisas"*

A3: *"Sim gostei, porque ele é prático"*

A4: *"Sim gostei, porque você pode ler, apreender e brincar"*

A5: *"Gostei, porque é legal"*

A6: *"Sim gostei, porque apesar das palavras serem difíceis de entender as vezes ele explica bem"*

A7: *"Gostei, mais ou menos, porque algumas coisas são difíceis"*

A8: *"Gostei, porque explica os conteúdos"*

A9: *"Gostei, por causa dos mapas"*

A10: *"Sim gostei, porque se aprende um pouco mais"*

Módulo 2: 100% dos alunos responderam que gostaram de usar o software, pelos seguintes motivos:

A1: *"Adorei utilizá-lo, porque com ele é gostoso estudar e nem vejo o tempo passar, gostaria de poder usá-lo muitas outras vezes"*

A2: *"Sim gostei, porque tem vídeos"*

A3: *"Gostei, porque é fácil de usar"*

A4: "Gostei, porque ensina os conteúdos usando várias coisas diferentes: fotos, música, vídeos, textos, ..."

A5: "Gostei, porque com ele é agradável de estudar"

A6: "Sim gostei muito, porque traz vários tipos de informações, vídeos, fotos, músicas, narração, ajuda,..."

A7: "Gostei, porque é gostoso de usar"

A8: "Gostei, porque posso ampliar as imagens, ver de diferentes formas os vídeos e quantas vezes quiser, ir nas partes que quero e ver apenas as informações que preciso"

A9: "Sim gostei muito, muito mesmo...porque com ele posso estudar pesquisando e ver diferentes tipos de informações, imagens, sons, curiosidades, mapas, animações,..."

A10: "Gostei bastante, porque ele fornece ajuda, é fácil de usar, traz várias informações sobre um mesmo assunto, como vídeos, narrações, imagens, textos, etc."

- Questão 2:

Módulo 1: 50% dos alunos responderam que acharam fácil utilizar o *software* e 50 % acharam mais ou menos fácil;

Módulo 2: 80% dos alunos responderam que acharam fácil utilizar o *software* e 20% acharam mais ou menos fácil;

- Questão 3:

Módulo 1: 70% dos alunos responderam que não conseguiriam utilizá-lo, pela primeira vez sem auxílio de um professor e 30% responderam que acham que conseguiriam;

Módulo 2: 20% dos alunos responderam que não conseguiriam utilizá-lo, pela primeira vez sem auxílio de um professor e 80% responderam que acham que conseguiriam;

- Questão 4:

Módulo 1: 90% dos alunos responderam que achavam importante que o *software* fornecesse algum tipo de ajuda e 10% dos alunos respondeu que não achavam necessário;

Módulo 2: 100% dos alunos responderam que achavam importante que o *software* fornecesse algum tipo de ajuda ao aluno;

- Questão 5:

Módulo 1: 30% dos alunos responderam que o que mais gostaram no *software* foi as imagens, 40% dos alunos responderam que foi os mapas, 30% dos alunos responderam que foi a música, os textos ou o jogo;

Módulo 2: 40% dos alunos responderam que o que mais gostaram no *software* foi as imagens e os textos ou responderam que foi os vídeos e as imagens e 60% dos alunos responderam que foi os vídeos, as imagens e os sons;

- Questão 6:
 Módulo 1: 20% dos alunos responderam que gostaram de tudo, 40% dos alunos responderam que não gostaram dos textos, outros 20% dos alunos responderam que não gostaram das músicas (e da narração) e outros 20% responderam que não gostaram das imagens;
 Módulo 2: 90% dos alunos responderam que gostaram de tudo e 10% dos alunos responderam que não gostou do fato que após ampliar uma imagem é necessário ver novamente todas as imagens de uma seqüência;
- Questão 7:
 Módulo 1: 40% dos alunos responderam que os textos apresentavam letras muito pequenas e eram cansativos de ler, 30% dos alunos responderam que os textos eram interessantes e cansativos e outros 30% dos alunos responderam que os textos eram interessantes, mas as letras eram muito pequenas;
 Módulo 2: 100% dos alunos responderam que acharam os textos interessantes;
- Questão 8:
 Módulo 1: 10% dos alunos responderam que as imagens eram bonitas e pequenas, 30% dos alunos responderam que as imagens eram bonitas, pequenas e difíceis de identificar, 20% dos alunos responderam que as imagens eram bonitas e pouco nítidas e outros 20% dos alunos responderam que as imagens eram bonitas e difíceis de identificar;
 Módulo 2: 50% dos alunos responderam que acharam as imagens bonitas e legíveis (nítidas) e outros 50% dos alunos responderam que acharam as imagens bonitas, nítidas e fáceis de identificar;
- Questão 9:
 Módulo 1: 20% dos alunos responderam que acharam os sons agradáveis, 30% dos alunos responderam que acharam as músicas agradáveis e as narrações cansativas, 50% dos alunos responderam que acharam os sons cansativos, difíceis de controlar e as narrações muito lentas ou muito rápidas;
 Módulo 2: 60% dos alunos responderam que acharam os sons agradáveis e 40% dos alunos responderam que acharam os sons agradáveis e fáceis de controlar.

5.3.2 Resultados obtidos no teste de avaliação heurística

O desempenho geral obtido com o teste de avaliação heurística pode ser visualizado na fig. 5.19, onde são apresentadas as quantidades de problemas detectados independente de avaliadores, em ambos os módulos avaliados, considerando-se os domínios: problemas relacionados a apresentação dos conteúdos e problemas específicos de usabilidade da interface e desconsiderando-se as sobreposições de problemas encontrados por mais de um avaliador.

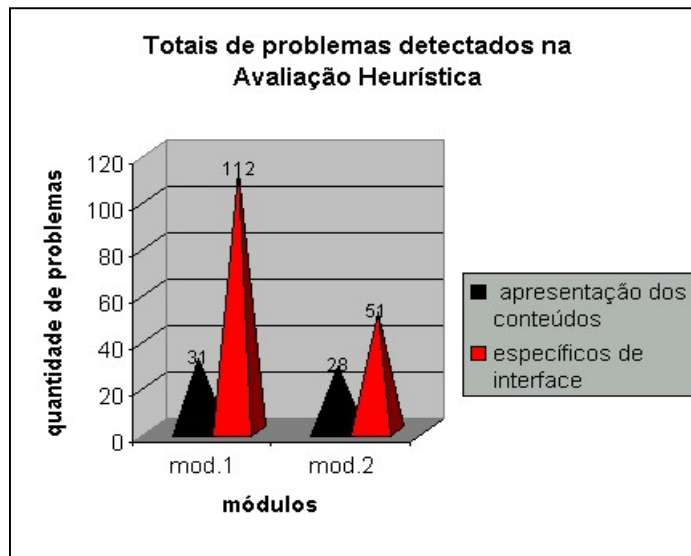


FIGURA 5.19 - Gráfico dos resultados gerais obtidos no teste de avaliação heurística

Os resultados apresentados no gráfico, da fig. 5.19, demonstram que ocorreu uma diminuição de mais de 50% na quantidade de problemas específico de usabilidade da interface do módulo 1 para o módulo 2. Porém, o mesmo desempenho não foi obtido na quantidade de problemas relacionados a apresentação dos conteúdos, que se manteve praticamente estável, apresentando uma leve diminuição de 3 problemas do módulo 1 para o módulo 2.

Esta pequena queda já era esperada com relação ao domínio apresentação dos conteúdos, em virtude da expressiva variação de *background* entre os avaliadores, considerando-se, portanto, que cerca de 50% dos problemas encontrados neste domínio refletem a opinião de apenas um avaliador (P1, que representa um professor especialista no domínio de conhecimento coberto pelo *software*), que manteve na avaliação de ambos os módulos um alto índice de problemas encontrados neste domínio, 15 problemas detectados no módulo 1 e 14 problemas detectados no módulo 2, conforme fig. 5.20.

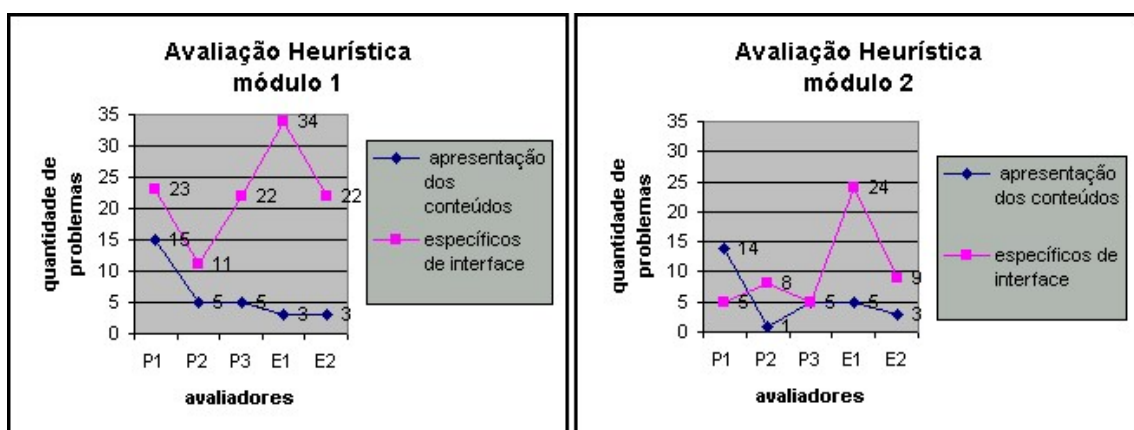


FIGURA 5.20 - Gráficos dos resultados obtidos por cada avaliador no teste de avaliação heurística no módulo 1 e 2

Este resultado reflete, também, o fato dos projetistas na implementação, principalmente, do módulo 2 não terem utilizado outras técnicas de apoio ao concepção, provando com isto a incapacidade do Guia em lidar com todas as questões envolvidas neste domínio e sobretudo a necessidade do Guia ser utilizado apenas como uma ferramenta de auxílio e complementação as demais técnicas de concepção e avaliação.

Por outro lado, analisando-se a questão qualitativa, ou seja, os percentuais de gravidade (ou severidade) dos problemas detectados, em ambos os módulos, nota-se que foi obtida uma acentuada diminuição na quantidade de problemas com altos índices de severidade, ou seja, problemas que apresentaram severidades de 4 a 5, conforme fig. 5.21:

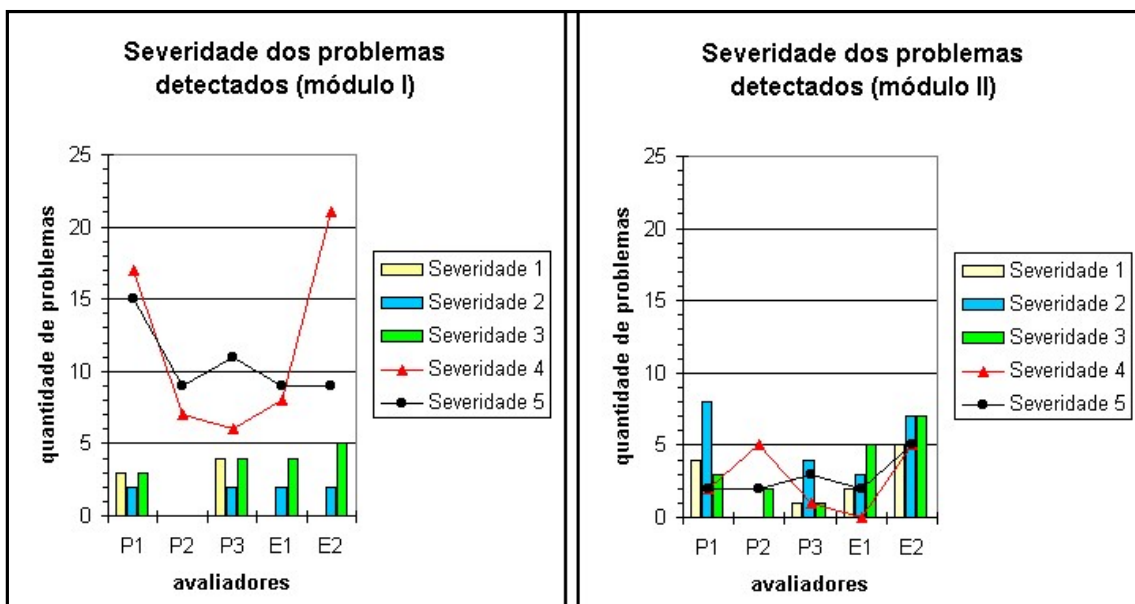


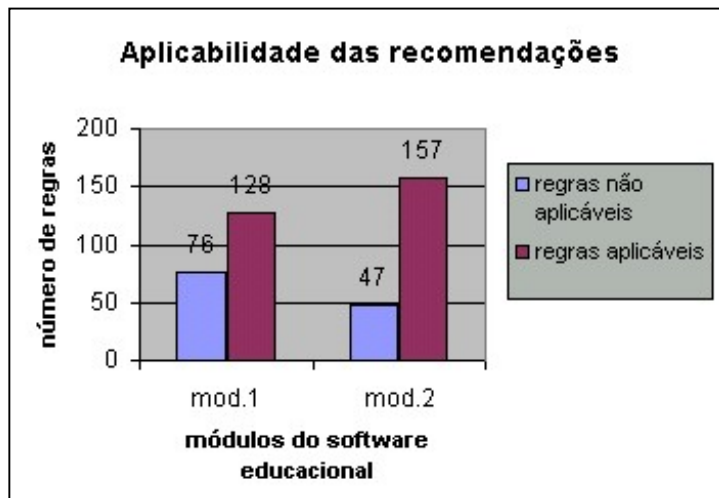
FIGURA 5.21- Gráficos da severidade dos problemas detectados por cada avaliador no teste de avaliação heurística

Portanto, como pode ser observado na fig. 5.21, houve um aumento (de aproximadamente 67%) na quantidade total de problemas com severidades de 1 a 3, do módulo 1 para o módulo 2, e ocorreu uma queda (de aproximadamente 75%) na quantidade total de problemas com severidades de 4 a 5, do módulo 1 para o módulo 2.

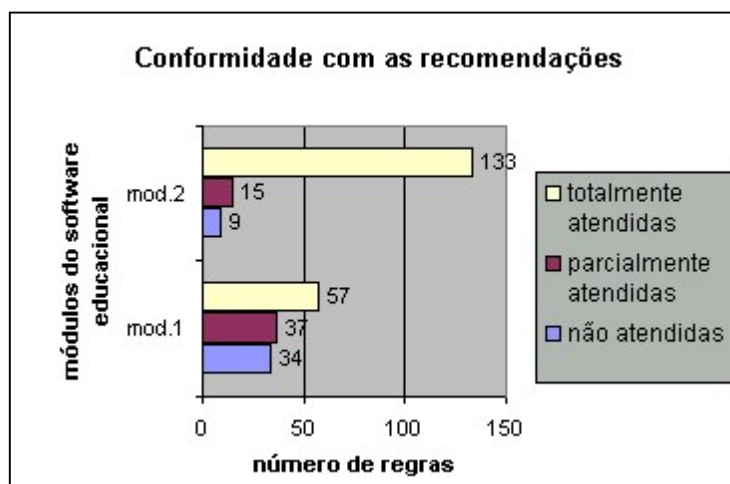
5.3.3 Resultados obtidos na Inspeção de Conformidade com Recomendações

Os resultados gerais provenientes da Inspeção de Conformidade com Recomendações podem ser observados através das fig. 5.22 (a) e (b), na qual estão representados o número de regras do Guia, que se mostraram aplicáveis e o número de regras aplicáveis que apresentaram total, parcial ou nenhuma conformidade, em ambos os módulos analisados. Considerando-se, aqui, por aplicabilidade a pertinência das

recomendações às interfaces analisadas e por conformidade o cumprimento das regras aplicáveis na composição das interfaces.



(a)



(b)

FIGURA 5.22 - Gráficos dos resultados gerais obtidos na Inspeção de Conformidade com Recomendações

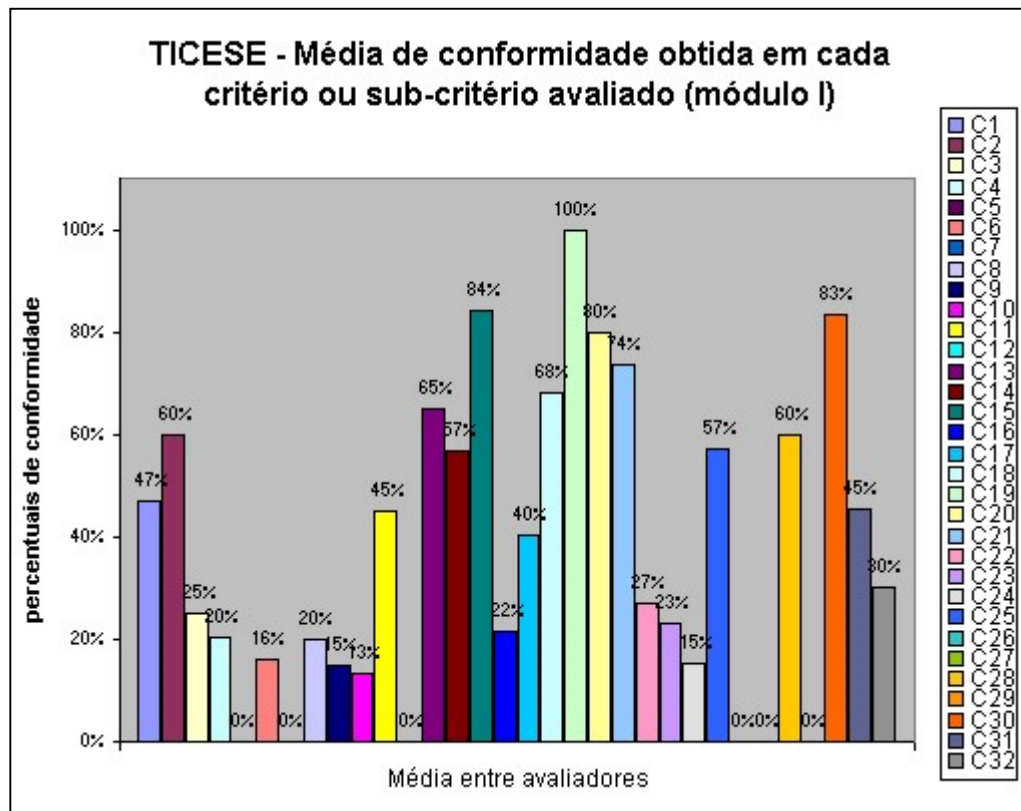
Como pode ser observado no Gráfico da fig. 5.22 (a), houve um considerável aumento no número de regras aplicáveis do módulo 1 para o módulo 2, uma vez que o Guia apresentava diversas recomendações sobre a adequada utilização e configuração de outros elementos ausentes na interface do primeiro módulo (como animações, vídeos e bolhas de informação) e isto, conseqüentemente, influenciou a utilização destes elementos por parte dos projetistas durante a implementação do protótipo, ocasionando assim o acréscimo no número de regras aplicáveis, no segundo módulo do *software*.

Entretanto, uma diferença maior pode ser observada na conformidade do número de regras aplicáveis, conforme gráfico da fig. 5.22 (b). Através desse gráfico, é possível verificar um aumento de mais de 130% no número de regras totalmente atendidas (de 57

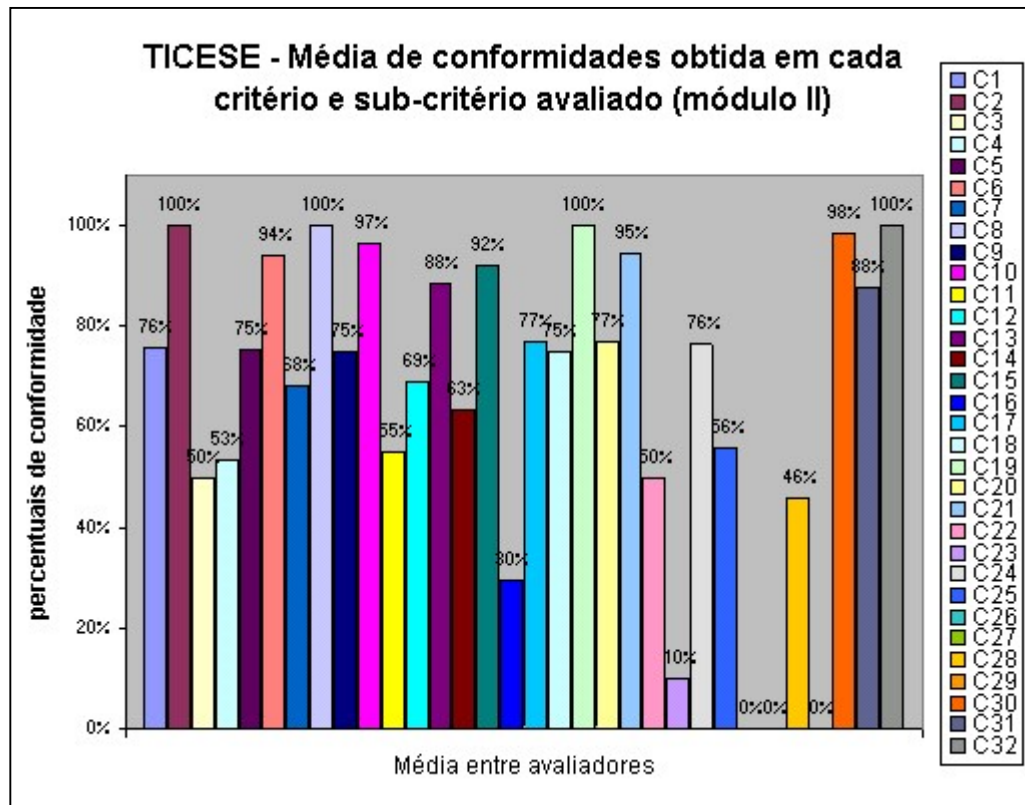
regras no módulo 1 para 133 regras no módulo 2), uma diminuição de 59% no número de regras parcialmente atendidas (de 37 regras no módulo 1 para 15 regras no módulo 2) e uma queda de aproximadamente 75% no número de regras não atendidas (de 34 regras no módulo 1 para 9 regras no módulo 2).

5.3.4 Resultados obtidos na técnica TICESE

Através da aplicação da técnica TICESE, também, foi possível registrar bons índices no nível de conformidade ergonômica da interface do módulo 1 para o módulo 2, conforme gráficos fig. 5.23 (a) e (b).



(a)



(b)

FIGURA 5.23 - Gráficos dos resultados gerais obtidos na técnica TICESE

Analisando os Gráficos, fig. 5.23 (a) e (b), dos 32 critérios ou sub-critérios avaliados (representados nas legendas pela letra C) foram alcançados os seguintes resultados, do módulo 1 para o módulo 2: 3 critérios que apresentaram 0% de conformidade no módulo 1 passaram a apresentar, respectivamente, 75%, 68% e 69% no módulo 2 (critérios C5, C7 e C12); 5 critérios apresentaram um aumento expressivo de mais de 400% (critérios C6, C8, C9, C10 e C24); 3 critérios apresentaram um aumento de mais de 100% (critérios C3, C4 e C32); 5 critérios apresentaram um aumento de mais de 50% (critérios C1, C2, C17, C22 e C31); 4 critérios apresentaram um aumento igual ou maior que 20 % (critérios C11, C13, C16 e C21); 4 critérios apresentaram um aumento igual ou maior que 10% (critérios C14, C15, C18 e C30); 1 critério manteve 100% de conformidade (critério C19); 3 critérios mantiveram 0% de conformidade (critérios C26, C27 e C29) e 4 critérios apresentaram uma queda de 4% a 55% no percentual de conformidade (critérios C20, C23, C25 e C28).

Portanto, em 78,12% dos critérios ou sub-critérios avaliados foram atingidos resultados satisfatórios na ordem de 400% a 10% de aumento no percentual de conformidade ergonômica, ou seja, somente 21,88% dos critérios ou sub-critérios avaliados não apresentaram elevação no percentual de conformidade ergonômica.

6 Conclusão e Considerações Finais

Independente da corrente educacional favorecida por esta ou por aquela escola, o que é comum a todas é a necessidade de utilizar o computador como ferramenta. Uma ferramenta para escrever, para fazer cálculos, para desenhar, para comunicação remota, para criar, acessar e distribuir informação. Saber usar computadores torna-se imprescindível. É como uma segunda alfabetização. Como saber usar lápis. Ou livros. É mais do que conhecer alguma linguagem de programação, é estar familiarizado com os possíveis usos da tecnologia na Sociedade de Informação.

Este diálogo usuário-computador, como vimos, é sempre mediado pelas oportunidades de interação oferecidas por uma interface, razão pela qual a Interação Homem-Computador é uma área de pesquisa ampla e ao mesmo tempo fascinante, através da qual busca-se estudar, investigar e melhorar as relações de comunicação entre usuários e computadores, integrando de forma multidisciplinar diferentes disciplinas e áreas do conhecimento humano.

Nos últimos anos, o projeto de interfaces (aos poucos) vêm ganhando espaço e reconhecimento, na medida que o computador tornou-se um recurso indispensável não apenas para o trabalho em escritórios, mas como meio de comunicação, entretenimento e educação, em aplicações altamente interativas, para as quais as questões concernentes a usabilidade são vitais ao sucesso de qualquer produto [VAL 00c].

Entretanto, sem dúvida, em *softwares* educacionais essas questões vem ser ainda mais relevantes e justificáveis, ponderando-se as implicações que os problemas de usabilidade podem ocasionar neste tipo de aplicação, onde busca-se a total facilidade de uso e transparência da interface, frente as metas educacionais pretendidas, na utilização do computador como recurso didático-pedagógico.

Considerando-se, portanto, a importância e as particularidades envolvidas no projeto de interfaces em software educacional, acredita-se que este trabalho atingiu seu objetivo, de propor e avaliar a utilização de um Guia de Recomendações para auxílio no desenvolvimento de interfaces com usabilidade em *softwares* educacionais do tipo hipertexto/hipermídia informativo em CD-ROM.

Para tanto, foi necessário realizar um estudo tanto na área de *softwares* educacionais quanto na área de interfaces, buscando compreender melhor o que caracteriza os diferentes tipos de *softwares* educacionais (ou que tipo de objetos de interação e comportamentos espera-se de suas interfaces) e fundamentar alguns conceitos e idéias referentes a área de HCI, como também, estudar e apresentar o estado da arte na área de interfaces, particularmente, com relação aos guias de estilo e de recomendações existentes.

Um fato importante e enriquecedor nesta pesquisa foi a realização do estudo de caso. Através do qual, pôde-se alcançar mais especificidade no domínio (*software* educacional), experienciar e investigar a utilização do guia em uma real situação de uso e constatar os efetivos ganhos e melhorias obtidos na interface.

Os resultados das avaliações, realizadas na interface de ambos os módulos, demonstraram, de uma forma geral, que a utilização do Guia na implementação do segundo módulo do *software* resultou em um expressivo aumento no nível de usabilidade da interface.

Por outro lado, os baixos desempenhos alcançados tanto no teste de avaliação heurística, com relação a quantidade de problemas relacionados a apresentação dos conteúdos, quanto na técnica TICESE, onde 21,88% dos critérios ou sub-critérios avaliados não apresentaram elevação no percentual de conformidade ergonômica, estão diretamente associados a dois fatores: a diferença de *background* entre os avaliadores e a incapacidade do Guia em lidar com todas as questões envolvidas no desenvolvimento de interfaces.

Provando, assim, que o Guia é uma recurso útil e válido para promover e aumentar o nível de usabilidade nas interfaces, mas que melhores resultados podem ser obtidos se este for utilizado como uma ferramenta de auxílio e complementação as demais técnicas de concepção e avaliação de interfaces.

Conforme relatado em [VAL 00a] e [VAL 00b], através do teste de Inspeção de Conformidade com Recomendações pôde-se constatar, também, que durante a implementação do novo módulo do *software* a maioria das regras foram aplicadas, porém, algumas foram completamente ignoradas ou parcialmente atendidas, demonstrando de certa forma que:

- há uma resistência natural dos projetistas em preocupar-se integralmente em atender todas as questões referentes a interface;
- algumas regras ainda carecem de explicações mais detalhadas ou justificativas, que influenciem e motivem sua efetiva aplicação;
- as *guidelines* estão sujeitas a algumas decisões de projeto, que podem inviabilizar total ou parcialmente a aplicação da totalidade das regras;

Estas constatações apenas reforçam, mais uma vez, a idéia de que a utilização isolada do Guia de recomendações, como de qualquer outra técnica de concepção e avaliação, não garante a usabilidade das interfaces. Por este motivo, o guia proposto pretende ser apenas uma ferramenta de auxílio e complementação aos demais métodos e técnicas empregadas no processo de concepção e avaliação de interfaces.

6.1 Contribuições

De uma forma geral, deseja-se que este trabalho venha a contribuir com as pesquisas relativas a área de HCI, estendendo a utilização e aplicação dos métodos e técnicas de concepção e avaliação de interfaces, que embora (hoje) tenham sua importância relativamente reconhecida e valorizada, ainda, ocupam uma discreta participação tanto na área acadêmica quanto na de pesquisa em nosso país.

Entre as principais contribuições obtidas com este trabalho estão:

- A concepção de um Guia de recomendações específico para concepção de interfaces em *softwares* educacionais do tipo hipertexto/hipermídia informativo;
- A apresentação e tentativa de integração de diferentes conceitos, questões e idéias referentes a usabilidade e os *softwares* educacionais;
- O experimento de utilização de diferentes técnicas de avaliação de interfaces, envolvendo usuários e diferentes tipos de avaliadores;
- A implementação de um segundo módulo do *software* Geografia do Brasil, com uma interface apresentando maior nível de usabilidade;
- A parcial validação e comprovação, que a utilização de um Guia de recomendações específico pode ser extremamente útil e viável, como ferramenta de complementação e auxílio as demais técnicas de concepção e avaliação de interfaces.

6.2 Limitações

Como mencionado na Introdução, esta pesquisa previa a definição e concepção de um guia de recomendações:

- para o projeto de interfaces em *softwares* educacionais do tipo hipertexto/hipermídia informativo (em CD-ROM, para ser utilizado na modalidade *stand alone*);
- direcionado a projetistas de *softwares* educacionais sem formação e conhecimentos sistemáticos na área de HCI (atendendo, em especial, as necessidades e expectativas apresentadas pelos projetistas do grupo GEPESE);
- composto por recomendações sugestivas para a utilização e configuração de objetos de interação, relacionando aspectos de usabilidade a questões educacionais;

Por este motivo, apresenta as seguintes limitações:

- as recomendações constantes no Guia não abrangem a interface de outros tipos de *software* educacional (como por exemplo: *softwares* do tipo exercício e prática, tutores inteligentes, simuladores e jogos educacionais);
- as recomendações do Guia limitam-se aos tipos de objetos e atributos da interface, solicitados e estabelecidos pelo público-alvo do Guia na etapa de definição;

- a estrutura do Guia e redação das regras, direciona-se a projetistas de *softwares* educacionais sem formação e conhecimentos sistemáticos na área de HCI (atendendo, em especial, as necessidades e expectativas apresentadas pelos projetistas do grupo GEPESE);
- na composição das regras, em geral, enfatiza-se a adequada utilização e configuração dos objetos de interação, relacionando aspectos de usabilidade a questões educacionais;

6.3 Trabalhos Futuros

Esta pesquisa envolve inúmeras outras questões que não foram analisadas, em função dos propósitos e dos limites deste trabalho, mas que podem e devem ser retomadas visando uma efetiva e melhor utilização do Guia, entre as quais poder-se-ia citar:

1. até que ponto estas recomendações poderiam ser úteis e estendidas ao projeto de interfaces para outros tipos de *softwares* educacionais ou mesmo *sites* de ensino à distância?
2. como avaliar de forma mensurável se as recomendações atendidas pela interface contribuirão e terão implicações para uma melhor aprendizagem dos alunos?
3. de que forma promover, ou mesmo estimular, a utilização do guia por outros projetistas de aplicações educacionais?
4. como integrar, de forma mais abrangente e sistemática nas recomendações, as questões de aprendizagem relacionadas as questões de usabilidade?

Portanto, estas entre outras questões podem ser vistas como alvo de futuras investigações e perspectiva de novas pesquisas, como também, sugere-se:

- a utilização do Guia em outros estudos de caso reais, como forma de avaliar o desempenho do Guia e as melhorias obtidas na interface;
- a extensão das regras a outros atributos e objetos de interação, presentes em *softwares* educacionais do tipo hipertexto/hipermídia informativo;
- e o uso do Guia durante o projeto de outros softwares educacionais, como forma de refinar as atuais guidelines que compõem o guia, gerando versões mais atuais (e também mais consolidadas) das recomendações.

Bibliografia

- [AND 97] ANDERSEN, P. B. **A Theory of Computer Semiotics**. New York: Cambridge University, 1997.
- [APP 92] APPLE COMPUTER, Inc. **Macintosh Human Interface Guidelines**. New York: Addison-Wesley, 1992.
- [BAE 95] BAECKER, R. M. et al. **Readings in human-computer interaction: toward the year 2000**. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann, 1995.
- [BAR 88] BARRET, Eduard (Ed). **Text, ConText, and HyperText**. Cambridge: The MIT Press, 1988.
- [BON97] BONSIÉPE, G. **Design: do Material ao Digital**. Florianópolis: FIESC / IEL, 1997.
- [CAM 94] CAMPOS, G. H. B. **Metodologia para avaliação da qualidade de software educacional: Diretrizes para desenvolvedores e usuários**. Rio de Janeiro: COPPE, Universidade do Rio de Janeiro, 1994. Tese de Doutorado.
- [CAS 97] CASTRO, M. A.S. et al. Infra-estrutura de suporte à editoração de material didático utilizando multimídia. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, n. 01, p. 61-70, set. 1997.
- [CLU 96] CLUNIE, G.E.T.; CAMPOS, G.H.B.; ROCHA, A.R.C. **ESCOLA: Meta-Ambiente de Aprendizagem Baseado em Hipertecnologias**. Disponível em <http://www.niee.ufrgs.br/ribie98/CONG_1996/CONGRESSO_HTML/42/42.HTML>. Acesso em: 16 dez. 1999.
- [CYB 98] CYBIS, W.A. et al. Uma abordagem Ergonômica para o Desenvolvimento de Sistemas Interativos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INTERAÇÃO ENTRE SERES HUMANOS E SISTEMAS COMPUTACIONAIS, IHC, 1., 1998, Maringá. **Anais...** [S.l. : s. n.], 1998.
- [DIX 98] DIX, A. et al. **Human-computer interaction**. Cambridge: University Press, 1998.
- [FOR 96] FORCIER, R. C. **The computer as a productivity tool in education**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1996.
- [GAL 97] GALVIS, A.H. Software Educativo Multimídia Aspectos Críticos no seu Ciclo de Vida. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, n. 01, p. 09-18, set. 1997.

- [GAM 98] GAMEZ, L. **TICESE - Técnica de Inspeção de Conformidades Ergonômicas em Software Educacional**. Guimarães, Portugal: Universidade do Minho, 1998. Dissertação de Mestrado.
- [GIR 98] GIRAFFA, L. M. M.; VICCARI, R. M. Estratégias de Ensino em Sistemas Tutores Inteligentes modelados através de agentes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 1998, Fortaleza. **Anais...** [S.l. : s. n.], 1998.
- [GOL 64] GOLDMAN, S. **Psicodinâmica das cores**. Canoas: La Salle, 1964. v. 2.
- [GRA 97] GRAY, W.D.; NIELSEN, J. Who ya gonna call?: You're on your own something is better than nothing. **IEEE Software**, New York, v. 14, n. 4, July/Aug. 1997.
- [HEI 89] HEINICH, R.; MOLENDÁ, M.; RUSSELL, J. **Instructional media and the new technologies of instruction**. 3 rd. New York: Macmillan, 1989.
- [HEL 88] HELANDER, M. **Handbook of Human-Computer Interaction**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V., 1988.
- [HER 95] HERBERT, J. S. **Métodos para avaliação da qualidade de software**. Porto Alegre: Instituto de Informática da UFRGS, 1995.
- [HEW 92] HEWETT, T. et al. **ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction**. Report of the ACM SIGCHI Curriculum Development Group, 1992.
- [HIX 93] HIX, D.; HARTSON, H. R. **Developing user interfaces: ensuring usability through product and process**. New York: John Wiley, 1993.
- [JEF 91] JEFFRIES, Robin et al. User interface evaluation in the real world: a comparison of four techniques. In: CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, CHI, 1991. **Proceedings...** [S.l. : s. n.], 1991.
- [KNE 88] KNEZEK, G. A.; RACHLIN, S. L.; SCANNELL, P. A Taxonomy for Educational Computing. **Educational Technology**. [S.l. : s. n.], 1988.
- [LAU 90] LAUREL, Brenda. **The art of human-computer interface desing**. New York: Addison Wesley, 1990.
- [LEV 87] LEVACOV, M. Avaliação de software Educacional. **Revista Tecnologia Educacional**, v. 26, n. 75/76, p. 55-57, mar./jun. 1987.
- [LEV 97] LEVACOV, M. As novas tecnologias de educação e a escola. In: SEMINÁRIO NACIONAL DO CICLO DE APRENDIZAGEM: ESCOLA CIDADÃ, 6., 1998. SMED de Porto Alegre. Mesa Informática Educativa. Porto Alegre. **Anais...** [S.l. : s. n.], 1997.
- [LEV 98] LEVACOV, M. et al. **Tendências na Comunicação**. Porto Alegre: L&PM.1998.

- [LUM 99] LUMERTZ, G. **Projeto de Interface para um Ambiente Lúdico em Educação Matemática**. Canoas: Centro Universitário La Salle, 1999.
- [MAN 97] MANDEL, T. **The elements of user interface design**. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- [MAT 95] MATIAS, M. **Checklist: Uma ferramenta de suporte à avaliação ergonômica de interfaces**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1995. Dissertação de Mestrado.
- [MAY 92] MAYHEW, D. J. **Principles and Guidelines in Software User Interface Design**. New Jersey: Prentice-Hall, 1992.
- [MER 97] MERRILL, P.F. et al. **Computers in Education**. 3 rd. ed. EUA: Allyn & Bacon, 1997.
- [MYE 92] MYERS, B. A.; ROSSON, M. B. Survey on user interface programming. In: CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, CHI, 1992. **Proceedings...** New York: ACM, 1992.
- [NIE 92] NIELSEN, J. The Usability Engineering Life Cycle. **Computer**, Los Alamitos, v. 25, n. 3, p. 12-22, mar. 1992.
- [NIE 94] NIELSEN, J.; MACK, R. L. **Usability Inspection Methods**. New York: John Wiley & Sons, 1994.
- [NIE 97] NIELSEN, J. **Guerilla HCI: Using Discount Usability Engineering to Penetrate the Intimidation Barrier**. Disponível em: <http://www.useit.com/papers/guerrilla_hci.html>. Acesso em: 1997.
- [NIQ 96] NIQUINI, D. P. **Informática na Educação: Implicações didático-pedagógicas e construção do conhecimento**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 1996.
- [OLI 87] OLIVEIRA, C. C.; MENEZES, E. I. M.; MOREIRA, M. Avaliação de software educativo. **Revista Tecnologia Educacional**, v. 26, n. 77/78, p. 50-54, jul./ago. 1987.
- [ORT 93] ORTH, A.I. Interfaces Homem/Máquina: A Personalização do Atendimento ao Usuário. Rio de Janeiro: COPPE, Universidade do Rio de Janeiro, 1993. Tese de Doutorado.
- [PAR 97] PARIZOTTO, R. **Elaboração de um Guia de Estilos para Serviços de Informação em Ciência e Tecnologia via Web**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1997. Dissertação de Mestrado.
- [PER 88] PERLMAN, G. Softwares Tools for User Interface Development. In: HELANDER, M. (ed.). **Handbook of Human-Computer Interaction**. Amsterdam: North-Holland, 1988.

- [PIM 97] PIMENTA, M. S. **TAREFA: Une Approche pour l'Ingénierie des Besoins des Systèmes Interactifs**. France: Université Toulouse I, 1997.
- [PRE 95] PREECE, J. et al. **Human-computer interaction**. New York: Addison-Wesley, 1995.
- [RAA 99] RAABE, A.L.A.; GIRAFFA, L. M. M.; ORTH, A.I. Ambiente para a Produção de Materiais Didáticos baseado na utilização de Vídeos e Internet. In: CONFERENCIA LATINOAMERICANA DE INFORMÁTICA, CLEI, 25., 1999, Asuncion. **Memorias...** Asuncion: Universidad Autonoma de Asuncion, 1999.
- [RAM 95] RAMOS, E. M. F. **Análise ergonômica do sistema hiperNet buscando o aprendizado da cooperação e autonomia**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1995. Tese de Doutorado em Engenharia da Produção.
- [RUB 94] RUBIN, J. **Handbook of Usability Testing: how to plan, design, and conduct effective tests**. New York: John Wiley & Sons, 1994.
- [SCH 98] SCHUHMACHER, V. R. N. **Análise e Concepção de um Guia de Estilo para Seleção e Configuração de Objetos de Interação**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. Dissertação de Mestrado.
- [SER 98] SERPA, M. G. N. Informática na Escola: Da Racionalidade Técnica à Racionalidade Crítica. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 9., 1998, Águas de Lindóia. **Anais...** [S. l. : s. n.], v. 1, p. 600, 1998.
- [SHN 92] SHNEIDERMAN, B. **Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction**. 2 nd. MA: Addison-Wesley, 1992.
- [SIL 96] SILVA, E. L. **Computadores Y Rendimiento Escolar**. Disponível em: <http://www.niee.ufrgs.br/ribie98/CONG_1996/CONGRESSO_HTML/78/3CONGRES.HTML>. Acesso em: 16 dez. 1999.
- [SMI 86] SMITH, S. L.; MOSIER, J. N. **Guidelines for Designing User Interface Software**. Bedford, MA: MITRE Corporation, 1986.
- [TAI 90] TAILLE, Yves de La. **Ensaio sobre o lugar do computador na educação**. São Paulo: Iglo Ed., 1990.
- [TAY 80] TAYLOR, R. P. **The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee**. New York: Teachers College Press, 1980.
- [VAL 98] VALIATI, E. R. A. **Proposta de Aplicação de um Sistema Baseado em Conhecimento na Construção de um Sistema Tutorial para Diagnosticar Carências de Vitaminas**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 1998. Monografia de Especialização em Informática Aplicada à Educação.

- [VAL 99] VALIATI, E. R. A. **Estudo dos Princípios que fundamentam as Interfaces Gráficas dirigidas por autores e usuários**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1999. (TI - 843).
- [VAL 00a] VALIATI, E. R. A.; LEVACOV, M.; LIMA, J. V.; PIMENTA, M. S. Guia-GEPESE: Um guia de recomendações específico para software educacional. In: WORKSHOP SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS, IHC, 3., 2000, Gramado. **Proceedings...** Porto Alegre: Instituto de Informática da UFRGS, 2000.
- [VAL 00b] VALIATI, E. R. A.; LEVACOV, M.; LIMA, J. V.; PIMENTA, M. S. Guia-GEPESE: Um guia de recomendações para Projeto de Interfaces de software educacional. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, SIIE, 2., 2000, Ciudad Real (Spain). **Anais... Cidade: editora**, 2000.
- [VAL 00c] VALIATI, E. R. A.; LEVACOV, M.; LIMA, J. V.; PIMENTA, M. S. Utilizando professores como avaliadores heurísticos de interfaces de softwares educacionais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, SIIE, 2., 2000, Ciudad Real (Spain). **Anais... Cidade: editora**, 2000.
- [VAN 93] VANDERDONCKT, J.; BODART, F. **Guide ergonomique de la presentation des applications hautement interactives**. [S.l.]:Presses Universitaires de Namur, 1993.
- [VIC 90] VICCARI, R.M.; MOUSELLA, N. Tutores Inteligentes para o Ensino de Linguagem PROLOG. In: SEMINÁRIO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 1990, Rio de Janeiro. **Anais...** [S. l. : s. n.], 1990.
- [VYG 89] VYGOTSKY, L. S. **A formação Social da Mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.
- [WIN 95] WINDOWS STYLEGUIDE. **The Windows Interface Guideline – A Guide for Designing Software**. Microsoft Corporation, 1995.
- [WIN 97] WINCKLER, M.A.A.; LIMA, J.V.; NEMETZ, F. Evaluation methods for hypermedia applications. In: WORLD CONFERENCE ON EDUCACIONAL MULTIMEDIA AND HYPERMEDIA & WORLD CONFERENCE ON EDUCACIONAL TELECOMUNICATIONS, 1997, Calgary. **Proceedings...** [S. l. : s. n.], 1997.
- [WIN 98] WINCKLER, M.A.A.; NEMETZ, F.; LIMA, J.V. Estudo de caso da aplicação do método de avaliação heurística em um projeto multidisciplinar. In: WORKSHOP INTERFACE HOMEM COMPUTADOR, IHC, 1., 1998, Maringá. **Anais...** [S. l. : s. n.], 1998.

Anexos