

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

Doris Simone Reitz

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA USABILIDADE TÉCNICA E  
PEDAGÓGICA NO DESEMPENHO DE APRENDIZES EM E-LEARNING**

Porto Alegre  
2009

Doris Simone Reitz

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA USABILIDADE TÉCNICA E  
PEDAGÓGICA NO DESEMPENHO DE APRENDIZES EM E-LEARNING**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutor em Informática na Educação.

Orientador: Prof. José Valdeni de Lima  
Coorientadora: Profa. Margarete Axt

Linha de Pesquisa: Ambientes Informatizados e Ensino a Distância

Porto Alegre

2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. José Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Prof. Rui Vicente Oppermann

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Aldo Bolten Lucion

Diretor do CINTED: Profa. Rosa Maria Vicari

Coordenador do PPGIE: Prof. José Valdeni de Lima

## DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

---

R379a Reitz, Doris Simone

Avaliação do impacto da usabilidade técnica e pedagógica no desempenho de aprendizes em e-learning / Doris Simone Reitz; Orientador: José Valdeni de Lima; Coorientadora: Margarete Axt. – Porto Alegre, 2009.

164 f. + Anexos.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, 2009, Porto Alegre, BR-RS.

1. Ambiente de aprendizagem. 2. Usabilidade técnica. 3. Usabilidade pedagógica. 4. Aluno. 5. Desempenho. 6. Relação usuário-computador. I. Lima, José Valdeni de. II. Axt, Margarete. III. Título.

CDU – **371.694:681.3**

---

Bibliotecária Neliana Schirmer Antunes Menezes – CRB 11/939 neliana.menezes@ufrgs.br

Doris Simone Reitz

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA USABILIDADE TÉCNICA E  
PEDAGÓGICA NO DESEMPENHO DE APRENDIZES EM  
E-LEARNING**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutor em Informática na Educação.

Aprovada em 07 ago. 2009.

---

Prof. Dr. José Valdeni de Lima – Orientador

---

Profa. Dra. Margarete Axt – Coorientadora

---

Prof. Dr. Eliseo Reategui – UFRGS

---

Profa. Dra.– Adriana Beiler – PUC-RS

---

Prof. Dr. José Celso Freire Júnior – UNESP

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Dr. José Valdeni de Lima, pela orientação e oportunidade de realização dos testes experimentais em suas disciplinas.

À Dra. Margarete Axt, por suas valiosas instruções.

Aos meus pais, pela educação recebida e compreensão.

À minha irmã Gisela, pelo grande apoio e incentivo.

À amiga Sra. Talitha Tomazzoli, por seus valiosos conselhos e encorajamentos.

Ao diretor Clóvis Leopoldo Reichert, à orientadora pedagógica Dione Danesi Gallo de Araújo e ao professor Jeferson Moutinho, pela disponibilidade e por terem possibilitado a aplicação dos experimentos na Escola de Educação Profissional SENAI Porto Alegre.

Aos alunos participantes desta pesquisa, das turmas da manhã e tarde do Curso Técnico em Redes de Computadores do módulo I de 2009, por participarem e colaborarem ativamente nas atividades propostas para a realização dos experimentos desta pesquisa.

Aos colegas de doutorado, prof. Roberto Cabral e profa. Cíntia Inês pela participação na classificação dos graus de severidade.

## RESUMO

O objetivo principal deste estudo é o de verificar se condições adequadas de usabilidade técnica e pedagógica interferem nos desempenhos das aprendizagens de alunos em *e-learning*. Para tanto, são propostos comparativos em duas condições distintas de experimentos. Em um experimento, os alunos interagem com um material de aprendizagem que não utiliza condições de usabilidade técnica e pedagógica; e em outro experimento, interagem com um material de aprendizagem que apresenta condições adequadas de usabilidade técnica e pedagógica implementadas. Na aplicação dos experimentos propostos pela metodologia, os alunos interagem com o material de aprendizagem, respondem ao teste de desempenho, e em seguida avaliam a usabilidade técnica e pedagógica através do questionário de avaliação da usabilidade. Este estudo proporciona uma base de questões de usabilidade técnica e pedagógica conforme categorias de usabilidade e critérios específicos para materiais em *e-learning*. Também são apresentados os pontos críticos e facilitadores de usabilidade conforme a avaliação dos alunos. No sentido de comprovar se a usabilidade técnica e pedagógica proporciona um desempenho significativo aos alunos em *e-learning* são analisadas as significâncias das diferenças entre as médias de desempenhos dos alunos entre os dois experimentos, entre as médias de desempenhos considerando-se somente as questões respondidas, a correlação entre a usabilidade e o desempenho, e as questões de usabilidade significativas ao desempenho. Através de tais análises pôde-se concluir por meio dos resultados obtidos que apesar de não ter sido comprovada a significância para todas as análises que abrangeram a avaliação do impacto da usabilidade técnica e pedagógica sobre o desempenho de aprendizes em *e-learning*, pôde-se comprovar que a usabilidade apresentou uma interferência significativa sobre o desempenho. Outras variáveis, tais como a idade, o gênero, o conhecimento prévio sobre o conteúdo proposto para o experimento e a opinião da importância do conteúdo para a aprendizagem também foram analisadas no sentido de verificar possíveis interferências quanto ao desempenho dos alunos. Verificou-se que as variáveis de gênero e experiência prévia do conteúdo proposto apresentaram interferência significativa sobre o desempenho para os alunos que utilizaram o material de aprendizagem sob condições adequadas de usabilidade técnica e pedagógica.

**Palavras-chaves:** Usabilidade Técnica; Usabilidade Pedagógica; Desempenho de Alunos; *E-learning*; Interação Homem Computador.

## ABSTRACT

The main purpose of this study is to verify whether appropriate conditions of technical and pedagogical usability interfere with students' performance in e-learning. Thus, comparisons are made with two distinct types of experiments. In one experiment, the student interacts with a learning material that does not feature any conditions of technical and pedagogical usability; in the other, the student interacts with the learning material with implemented conditions of technical and pedagogical usability. In the process of the experiments suggested by the methodology, the student interacts with the learning material, takes the performance test, and right after assesses the technical and pedagogical usability through the usability evaluation questionnaire. This study provides a basis for technical and pedagogical usability issues regarding categories of usability and specific criteria for e-learning material. Critical points and usability facilitators are also presented based on the students' assessment. Aiming to prove that the technological and pedagogical usability provides a significant performance to e-learning students, we analyzed the significance of the differences among students' performance averages between the two experiments, among performance averages taking into account only answered questions, the correlation between usability and performance, and usability questions significant to the performance. Based on such analyses, one could conclude from the results obtained that, although the significance of all analyses involving the evaluation of the impact of technical and pedagogical usability on performance had not been proven, one could actually prove that usability showed a significant interference with the performance. Other variables, such as age, gender, previous knowledge of the content proposed for the experiment and the opinion on the importance of the content for learning were also analyzed so as to verify possible interferences regarding the students' performance. The variables of gender and previous experience of the proposed content presented a significant interference with the performance of students who utilized the learning material under adequate conditions of technical and pedagogical usability.

**Key-words:** Technical Usability; Pedagogical Usability; E-learning; Student Performance; Human-Computer Interaction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura da usabilidade segundo a norma ISO 9241-11.....	28
Figura 2 – Os quatro níveis da pirâmide.....	31
Figura 3 – Mapeamento conceitual da usabilidade técnica e pedagógica pelo modelo de usabilidade de Nielsen.....	33
Figura 4 – Utilidade de ambientes de aprendizagem baseados na <i>Web</i> .....	34
Figura 5 – Fluxograma dos procedimentos da metodologia.....	95
Figura 6 – Interpretação do Coeficiente de Correlação de Pearson (r).....	100
Figura 7 – Comparação do escore de usabilidade entre os grupos.....	103
Figura 8 – Página de conteúdo do grupo A.....	109
Figura 9 – Mensagem de erro do exercício do grupo A.....	112
Figura 10 – Visual da página de conteúdo do grupo A.....	114
Figura 11 – Página de conteúdo do grupo B_Parte 1.....	118
Figura 12 – Página de conteúdo do grupo B_Parte 2.....	119
Figura 13 – Resolução de exercício do grupo B.....	121
Figura 14 – Resultados do teste de desempenho entre os grupos.....	127
Figura 15 – Resultados do teste de desempenho considerando somente as questões respondidas.....	129
Figura 16 - Diagrama de dispersão entre usabilidade e desempenho do grupo A.....	131
Figura 17 - Diagrama de dispersão entre usabilidade e desempenho do grupo B.....	131
Figura 18 - Comparação do desempenho entre os gêneros.....	138
Figura 19 - Diagrama de dispersão entre desempenho e idade para o grupo A.....	139
Figura 20 - Diagrama de dispersão entre desempenho e idade para o grupo B.....	139
Figura 21 - Comparação do desempenho entre alunos com ou sem experiência prévia do conteúdo de estudo.....	141

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos métodos de avaliação da usabilidade.....	44
Quadro 2 – Sumário das principais teorias e modelos, suas características, e como são utilizadas no contexto de <i>e-learning</i> .....	57
Quadro 3 – Descrição de pequenas atividades de aprendizagem.....	61
Quadro 4 – Sumário da pesquisa dos critérios de usabilidade pedagógica.....	66
Quadro 5 – Critérios e respectivas questões de usabilidade técnica e pedagógica.....	75
Quadro 6 – Base de questões de usabilidade técnica e pedagógica.....	82
Quadro 7 – Critérios e questões de usabilidade do experimento.....	92
Quadro 8 – Questões de usabilidade ordenadas conforme Critérios.....	93
Quadro 9 – Mensagens de erros para os grupos.....	106

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos graus de severidade das questões de usabilidade.....	86
Tabela 2 – Classificação dos graus de severidade das questões do experimento.....	95
Tabela 3 – Classificação do Grau de Correlação.....	100
Tabela 4 – Descrição da amostra estudada em relação ao gênero, idade, experiência prévia sobre o conteúdo proposto e a importância do conteúdo.....	102
Tabela 5 – Comparação do escore de usabilidade entre os grupos.....	103
Tabela 6 – Comparação do escore de usabilidade para cada questão do questionário entre os grupos A e B.....	104
Tabela 7 – Classificação de cada questão de usabilidade de acordo com as respostas para o Grupo A.....	107
Tabela 8 – Questões com os menores escores de usabilidade para o grupo A.....	110
Tabela 9 – Questões com os maiores escores de usabilidade para o grupo A.....	115
Tabela 10 – Classificação de cada questão de usabilidade de acordo com as respostas para o grupo B.....	116
Tabela 11 – Questões com os menores escores de usabilidade para o grupo B.....	120
Tabela 12 – Questões com os maiores escores de usabilidade para o grupo B.....	122
Tabela 13 – Média da usabilidade para as categorias dos critérios.....	125
Tabela 14 – Resultados do teste de desempenho entre os grupos.....	127
Tabela 15 – Resultados do teste de desempenho entre os grupos.....	129
Tabela 16 – Correlação entre o desempenho e a usabilidade para cada grupo.....	130
Tabela 17 – Correlações significativas entre as questões de usabilidade e o desempenho para cada grupo.....	132
Tabela 18 – Comparação do desempenho entre os gêneros.....	137
Tabela 19 – Correlação entre o desempenho e a idade para cada grupo.....	138
Tabela 20 – Comparação do desempenho entre alunos com ou sem experiência prévia sobre o conteúdo de estudo.....	140

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	07
<b>ABSTRACT</b> .....	08
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	09
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	10
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	10
<b>SUMÁRIO</b> .....	12
<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</b> .....	15
1.1 HISTÓRICO DA PESQUISADORA.....	15
1.2 APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	17
1.3 OBJETIVOS.....	19
<b>1.3.1 Objetivo geral</b> .....	19
<b>1.3.2 Objetivos específicos</b> .....	20
1.4 HIPÓTESES.....	20
<b>1.4.1 Hipótese básica</b> .....	20
<b>1.4.2 Hipóteses secundárias</b> .....	20
1.5 JUSTIFICATIVA.....	21
1.6 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	24
1.7 ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURA DO ESTUDO.....	24
<b>CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DA USABILIDADE</b> .....	26
2.1 ERGONOMIA E INTERAÇÃO HOMEM COMPUTADOR.....	26
2.2 CONCEITO DE USABILIDADE.....	27
2.3 CATEGORIAS DE USABILIDADE.....	30
2.4 PRINCÍPIOS ERNONÔMICOS PARA A INTERAÇÃO HOMEM COMPUTADOR.....	35
<b>2.4.1 Heurísticas de usabilidade</b> .....	35
<b>2.4.2 Regras de Ouro</b> .....	37
<b>2.4.3 Princípios de Diálogo</b> .....	38
<b>2.4.4 Critérios Ergonômicos</b> .....	38
2.5 CLASSIFICAÇÃO DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA USABILIDADE.....	40
2.6 TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO.....	46

2.6.1	Entrevistas e questionários.....	46
2.6.2	Avaliação heurística.....	47
2.6.3	Inspeção ergonômica por meio de listas de verificação ( <i>Checklists</i> ).....	47
2.6.4	Ensaio de interação.....	48
2.6.5	Análise de <i>Log</i> .....	48
2.7	AVALIAÇÃO DA USABILIDADE EM <i>E-LEARNING</i> .....	49
2.7.1	Definição de <i>e-learning</i> .....	49
2.7.2	Avaliação da usabilidade em <i>e-learning</i> .....	51
2.8	CRITÉRIOS E RECOMENDAÇÕES DE USABILIDADE EM <i>E-LEARNING</i> .....	65
 <b>CAPÍTULO 3 – CRITÉRIOS E QUESTÕES DE USABILIDADE TÉCNICA E PEDAGÓGICA.....</b>		 73
3.1	DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS E QUESTÕES DE USABILIDADE TÉCNICA E PEDAGÓGICA.....	73
3.2	GRAUS DE SEVERIDADE DAS QUESTÕES DE USABILIDADE.....	84
 <b>CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA.....</b>		 87
4.1	PERFIL DOS PARTICIPANTES.....	87
4.2	CONDIÇÕES CONTROLADAS NA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA.....	87
4.3	CONTEXTO DO EXPERIMENTO.....	88
4.4	MATERIAL DE APRENDIZAGEM.....	88
4.5	TESTE DE DESEMPENHO.....	89
4.6	QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA USABILIDADE.....	90
4.6.1	<b>Graus de Severidade das questões de usabilidade do questionário.....</b>	<b>94</b>
4.7	FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA.....	95
4.8	CARTA DE INFORMAÇÃO E TERMO DE CONSENTIMENTO.....	96
4.9	HIPÓTESE A SER TESTADA.....	96
4.10	RESULTADOS ESPERADOS.....	97
4.11	ESTUDO PILOTO.....	97
 <b>CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>		 99
5.1	MÉTODOS ESTATÍSTICOS.....	99
5.2	DESCRIÇÃO DA AMOSTRA.....	101
5.3	AVALIAÇÃO DA USABILIDADE ENTRE OS GRUPOS.....	103
5.4	ANÁLISE DAS QUESTÕES DE USABILIDADE.....	104
5.4.1	<b>Comparação das questões de usabilidade entre os grupos.....</b>	<b>104</b>
5.4.2	<b>Classificação ordenada das questões de usabilidade para o grupo A.....</b>	<b>107</b>
5.4.3	<b>Pontos críticos de usabilidade para o grupo A.....</b>	<b>110</b>
5.4.4	<b>Pontos facilitadores de usabilidade para o grupo A.....</b>	<b>114</b>
5.4.5	<b>Classificação ordenada das questões de usabilidade para o grupo B.....</b>	<b>116</b>
5.4.6	<b>Pontos críticos de usabilidade para o grupo B.....</b>	<b>120</b>
5.4.7	<b>Pontos facilitadores de usabilidade para o grupo B.....</b>	<b>121</b>
5.5	QUESTÃO ABERTA DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA USABILIDADE.....	123
5.6	COMPARAÇÃO DAS CATEGORIAS DE CRITÉRIOS ENTRE OS GRUPOS .....	125
5.7	DESEMPENHO.....	126

<b>5.7.1</b>	<b>Teste de desempenho entre os grupos.....</b>	<b>126</b>
<b>5.7.2</b>	<b>Teste de desempenho considerando somente as questões respondidas....</b>	<b>127</b>
5.8	<b>ANÁLISE DA CORRELAÇÃO ENTRE O DESEMPENHO E A USABILIDADE..</b>	<b>129</b>
5.9	<b>CORRELAÇÕES SIGNIFICATIVAS ENTRE QUESTÕES DE USABILIDADE E O DESEMPENHO.....</b>	<b>132</b>
5.10	<b>DESEMPENHO E VARIÁVEIS SECUNDÁRIAS.....</b>	<b>137</b>
<b>5.10.1</b>	<b>Comparação do desempenho entre os gêneros.....</b>	<b>137</b>
<b>5.10.2</b>	<b>Comparação do desempenho em relação à idade.....</b>	<b>138</b>
<b>5.10.3</b>	<b>Comparação do desempenho e a importância do conteúdo proposto....</b>	<b>140</b>
<b>5.10.4</b>	<b>Comparação do desempenho entre os alunos com ou sem experiência prévia sobre o conteúdo proposto.....</b>	<b>140</b>
<b>CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES.....</b>		<b>142</b>
6.1	<b>SÍNTESE DA TESE.....</b>	<b>142</b>
6.2	<b>USABILIDADE TÉCNICA E PEDAGÓGICA.....</b>	<b>143</b>
<b>6.2.1</b>	<b>Avaliação da usabilidade técnica e pedagógica.....</b>	<b>143</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Pontos críticos de usabilidade.....</b>	<b>145</b>
<b>6.2.3</b>	<b>Pontos facilitadores de usabilidade.....</b>	<b>147</b>
6.3	<b>IMPACTO DA USABILIDADE TÉCNICA E PEDAGÓGICA SOBRE O DESEMPENHO.....</b>	<b>149</b>
<b>6.3.1</b>	<b>Desempenho entre os grupos.....</b>	<b>150</b>
<b>6.3.2</b>	<b>Desempenho considerando-se somente as questões respondidas.....</b>	<b>150</b>
<b>6.3.3</b>	<b>Correlação entre a usabilidade e o desempenho.....</b>	<b>150</b>
<b>6.3.4</b>	<b>Desempenho e as questões de usabilidade significativas.....</b>	<b>151</b>
6.4	<b>ANÁLISE DE VARIÁVEIS SECUNDÁRIAS SOBRE O DESEMPENHO.....</b>	<b>153</b>
6.5	<b>CONCLUSÕES FINAIS.....</b>	<b>154</b>
6.6	<b>SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>155</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>		<b>157</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>165</b>
<b>Anexo A - Questionário de usuário.....</b>		<b>165</b>
<b>Anexo B - Questionário de usuário.....</b>		<b>171</b>
<b>Anexo C - Base de questões de usabilidade técnica e pedagógica.....</b>		<b>176</b>
<b>Anexo D - Material de Aprendizagem do Grupo A.....</b>		<b>179</b>
<b>Anexo E - Material de Aprendizagem do Grupo B.....</b>		<b>184</b>
<b>Anexo F – Questionário de Avaliação da Usabilidade.....</b>		<b>192</b>
<b>Anexo G - Graus de severidade das questões do questionário de usabilidade.....</b>		<b>194</b>
<b>Anexo H - Carta de informação e Termo de consentimento ao Sujeito de Pesquisa....</b>		<b>196</b>
<b>Anexo I - Carta de informação e Termo de consentimento à Instituição.....</b>		<b>197</b>

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 HISTÓRICO DA PESQUISADORA

No presente estudo a pesquisadora relata sua experiência profissional com o intuito de justificar sua escolha em relação ao assunto abordado.

Sua experiência na área de computação gráfica inicia-se em 1990 em São Paulo, ao trabalhar em uma empresa denominada Pallete que desenvolve apresentações para palestras em *data show*. Os softwares então utilizados eram restritos e disponíveis somente na língua inglesa.

Em 1991 vem a trabalhar na produção de animações para comerciais de vídeo e televisão em São Paulo, conhecida como Computação Gráfica Associados (CGA). Já em 1992 trabalha na Estação Gráfica - *Computer Design* elaborando materiais de design gráfico e apresentações para palestras em *data show*.

No mesmo ano retorna a Porto Alegre e trabalha na empresa Tesla Computação Gráfica, onde desenvolve animações tridimensionais para vídeos publicitários e comerciais de televisão.

De 1992 a 2000 trabalha na empresa Reitz Indústria Mecânica onde atua nas áreas de design gráfico, design de produto, desenho técnico mecânico e auditoria interna do sistema de qualidade ISO 9001. Durante o período de 1994 a 1995 a pesquisadora mantém vínculo empregatício com a empresa Reitz, assim como com a agência de publicidade Centro de

Propaganda Ltda., que por sua vez trabalha com o desenvolvimento de apresentações multimídia.

De março de 1995 até julho de 1996 vem a realizar o Curso de Especialização em Design de Produtos Industriais – Projeto de Produtos, na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Neste momento a pesquisadora aprofunda seus conhecimentos em relação à área de Ergonomia.

No ano de 2000, ao iniciar o Curso do Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Produção com ênfase em Ergonomia realizado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), surge a oportunidade de participar do Congresso Internacional de Ergonomia IEA/HFES 2000 (*XIVth Trienal Congress of International Ergonomics Association/44th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society*) em San Diego, USA. Durante o congresso a pesquisadora se depara pela primeira vez com a área de Ergonomia Cognitiva, mais especificamente a usabilidade de interfaces *Web*. E é neste momento que surge o interesse em pesquisar de forma mais aprofundada sobre o assunto.

Possuindo experiência em variados softwares, tais como AutoCAD, Mechanical Desktop, ME 10 for Windows, 3D Studio Max, Corel Draw, Photoshop, Dreamweaver, Fireworks, Flash, entre outros, com os quais trabalhou como usuária para a elaboração de trabalhos de design de produto, design gráfico, apresentações multimídia, desenho técnico, animações bi e tridimensionais e *webdesign*, o que confere uma experiência quanto às interações requeridas para a realização de tarefas, a autora propõe-se a desenvolver sua pesquisa da dissertação de mestrado na área de usabilidade.

Em 2004, ao ingressar no curso de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE) na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a pesquisadora teve por objetivo dar continuidade às suas pesquisas na área de Interação Homem Computador (IHC), mais especificamente na usabilidade de interfaces voltadas para o ensino e a aprendizagem. Desta forma, vem trabalhando no sentido de desenvolver uma metodologia que permita verificar o desempenho de alunos em função do uso da usabilidade técnica e pedagógica em interfaces de materiais de aprendizagem.

De 2004 a 2006 desenvolveu atividade didática no Centro Universitário Feevale localizado em Novo Hamburgo, nas disciplinas de Ergonomia I e Ergonomia nos cursos de Design de Produto e Design de Moda, respectivamente.

Assim sendo, o presente texto tem por objetivo elucidar o caminho pelo qual a autora desta tese inspirou-se para a definição de sua pesquisa, bem como pela verificação para a comprovação da mesma.

## 1.2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Conforme Norman (1993), a usabilidade representa uma função primordial para o sucesso de aplicações de *e-learning*. Se um sistema *e-learning* não é usável, o aprendiz é forçado a despender muito mais tempo para entender a funcionalidade do sistema, ao invés de compreender o conteúdo de aprendizagem. Além disso, se a interface do sistema é rígida, lenta, e pouco agradável, as pessoas desejam somente deixá-la e esquecê-la. Ao utilizar-se uma interface de pouca usabilidade por um longo período, os aprendizes podem incorrer em problemas como: distúrbios de atenção e acomodação dos novos conceitos, e dificuldades na retenção das informações quanto ao que está sendo aprendido. Assim, Norman (1993) afirma que um produto formativo deveria ser interativo e proporcionar *feedback*; possuir metas específicas; motivar, comunicando uma sensação de desafio contínuo; proporcionar ferramentas adequadas; e prevenir distrações e fatores de perturbação que possam interromper o fluxo da aprendizagem.

Já para Zaharias *et al.* (2002), o projeto de aplicações em *e-learning* necessita de uma atenção especial e os projetistas necessitam de recomendações apropriadas, assim como de metodologias efetivas de avaliação para a implementação de interfaces usáveis.

Neste sentido, os aspectos de usabilidade apresentam uma dimensão adicional para os ambientes educacionais, visto que garantir que um sistema *e-learning* seja usável não é o suficiente. Este deve também ser efetivo no sentido de se adequar aos objetivos pedagógicos (ASDI e DANIELS, 2000).

De acordo com Landoni e Diaz (2003) as necessidades do público alvo devem ser identificadas e consideradas de fundamental importância para que o projeto possa satisfazer as expectativas de seus aprendizes. A aquisição de um perfil do usuário bem definido é um componente essencial para o sucesso do processo de projetos. Assim sendo, Landoni e Diaz (2003) mostram que os usuários aprendizes, mais do que os usuários em geral, apreciam vantagens, tais como a portabilidade e a ubiquidade dos materiais eletrônicos, além de aspectos como a legibilidade, a apresentação e o *design*, como também funcionalidades adicionais como as buscas inteligentes e a indexação dinâmica. A capacidade de proporcionar recursos adicionais, não disponíveis nos livros textos, são aspectos fundamentais para o futuro das publicações eletrônicas. Desta forma, verifica-se a necessidade de auxiliar os *designers* de materiais de aprendizagem eletrônica em suas produções através de ferramentas de comunicação mais efetivas. Por este motivo, a avaliação torna-se um passo essencial na produção de bons materiais de aprendizagem eletrônicos na educação. Para tanto, é necessária a introdução de critérios e medidas de avaliação, assim como de metodologias adequadas para que se possa estudar a forma pela qual estes materiais atuam na função educacional. A avaliação deve focar os aspectos de usabilidade, como aqueles analisados em qualquer sistema interativo, os quais incluem a consistência, a previsibilidade, a auto-evidência; além de considerar os aspectos relacionados à qualidade dos materiais educacionais eletrônicos, como os recursos de treinamento, e seus critérios como a magnificência, a abrangência, a integridade e a motivação.

A pesquisa educacional também tem mostrado que pessoas bem sucedidas na solução de problemas possuem como base um conhecimento organizado e flexível, e desta forma adquirem habilidades para a aplicação deste conhecimento na resolução dos problemas. As práticas educacionais têm sido criticadas por não desenvolverem tais pré-requisitos para a competência profissional. Atualmente, um desafio considerável para o ensino superior é o de desenvolver e implementar práticas educacionais que estimulem os aprendizes a aplicar o conhecimento de forma eficiente. Neste sentido, deveriam ser definidas orientações para o projeto de “ambientes de aprendizado eficientes” que permitissem a todos os aprendizes a aquisição de um processo construtivo e cumulativo direcionado à obtenção de objetivos. Para tanto, torna-se necessário um suporte flexível e adaptativo, e em especial, um equilíbrio entre a descoberta individual e a instrução direcionada. Além disso, tais ambientes deveriam utilizar tanto quanto possível contextos genuinamente representativos da vida real que tenham significados práticos para todos os aprendizes, e que ofereçam oportunidades para o

compartilhamento e a cooperação da aprendizagem através da interação social. E ainda deveriam proporcionar possibilidades para a aquisição geral da aprendizagem e da habilidade de pensar, incluir métodos heurísticos, inserir estratégias metacognitivas aos diferentes temas, além de avaliar de forma coerente a aprendizagem (DOCHY *et al.*, 2003).

Entre os pesquisadores de aplicações educacionais na computação, podemos citar Laurillard (2002) que trata da usabilidade a partir da perspectiva pedagógica com foco em três aspectos: a interface do usuário, o projeto de atividades de aprendizagem e a verificação do alcance dos objetivos de aprendizagem. Já para Hall (2001), temas como a organização do *site*, a flexibilidade e o controle do aluno, o uso de exemplos de casos através dos recursos disponíveis na *Web*, e ainda, as atividades de aprendizagem colaborativa, são considerados importantes. Enquanto que para Hale e French (1999), os “princípios de aprendizagem” considerados na avaliação de projetos disponibilizados na *Web* são a diminuição de conflitos e frustração, a repetição de conceitos com o uso de variações dos métodos, o reforço positivo, a participação da atividade do aluno, a organização do conhecimento, a aprendizagem com compreensão, o *feedback* cognitivo, as diferenças individuais e a motivação.

Corroborando com os estudos dos autores acima citados, o presente estudo visa desenvolver uma avaliação que englobe aspectos de usabilidade abordando, tanto critérios e questões de usabilidade técnicas, como pedagógicas, envolvidos no projeto de materiais de aprendizagem disponibilizados na *Web*.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo visa verificar se condições adequadas de usabilidade técnica e pedagógica interferem no desempenho da aprendizagem dos alunos no contexto de *e-learning* disponibilizado por meio de *websites*.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Propor uma base de questões de usabilidade técnica e pedagógica para materiais de aprendizagem em *e-learning* através de um mapeamento e adaptação de critérios e recomendações de usabilidade técnica e pedagógica obtidas através da revisão da literatura.

Constatar quais os critérios e recomendações de usabilidade técnica e pedagógica que se apresentam como problemáticos ou facilitadores para a aprendizagem do material de aprendizagem desenvolvido para a área da informática.

## **1.4 HIPÓTESES**

### **1.4.1 Hipótese básica**

A hipótese que se deseja provar é de que a usabilidade técnica e pedagógica possa interferir significativamente no desempenho dos alunos, ou seja, comprovar se a usabilidade técnica e pedagógica proporciona um desempenho maior e significativo aos alunos em *e-learning*.

Para tanto, são consideradas a significância da diferença entre as médias de desempenhos entre os grupos, a correlação entre a usabilidade e o desempenho, e as questões de usabilidade significativas ao desempenho.

### **1.4.2 Hipóteses secundárias**

Além da análise da usabilidade técnica e pedagógica no que diz respeito à sua interferência sobre o desempenho dos alunos, outras variáveis também podem ser consideradas quanto às suas significâncias sobre o desempenho dos alunos. Tais parâmetros são o gênero, a idade, a importância do conteúdo conforme a opinião dos alunos e o conhecimento prévio do conteúdo abordado no experimento. Neste sentido, foram definidas as hipóteses secundárias que têm por objetivo verificar se há:

- Diferença significativa de desempenho em relação aos gêneros para os grupos A e B;
- Correlação significativa entre desempenho e idade para os grupos A e B;
- Diferença significativa de desempenho em relação à importância do conteúdo conforme a opinião dos alunos para os grupos A e B;
- Diferença significativa de desempenho entre os alunos com ou sem conhecimento prévio sobre o conteúdo abordado no experimento para os grupos A e B.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

A carga cognitiva é um termo usado para descrever a quantidade de informação processada por uma pessoa. Nesta perspectiva, faz sentido que quanto menor a carga cognitiva, mais facilmente a aprendizagem ocorra. Pesquisadores como Sweller (1993), Sweller e Chandler (1994) e Yeung (1999) têm proposto que as limitações da memória de trabalho, anteriormente chamada de memória de curto prazo, podem causar um efeito desfavorável à aprendizagem.

Para Sweller (2003), a estrutura cognitiva humana abrange a capacidade e duração extremamente limitadas da memória de trabalho para com os canais visuais e auditivos, além de uma infinita memória de longo prazo capaz de assimilar muitos esquemas que podem variar em diferentes graus de automatismos. Tais estruturas cognitivas evoluem no sentido de gerenciar as informações que se modificam na medida em que os elementos são processados sucessivamente pela memória de trabalho, ou porque interagem, devendo ser processados simultaneamente, o que impõem uma pesada carga à memória de trabalho. A Teoria da Carga Cognitiva usa esta combinação de informações e estruturas cognitivas para guiar o projeto educacional. Assim, o conhecimento da estrutura cognitiva humana é essencial para o projeto educacional, e os variados efeitos de projetos educacionais dependem decisivamente da maneira pela qual o ser humano processa a informação.

A premissa básica da teoria da carga cognitiva é a de que o foco de um material educacional deve ser a própria instrução. Um usuário de interface que se esforça para

minimizar a carga cognitiva associada às operações para com a interface em si, diminui os recursos cognitivos disponíveis para a realização de suas tarefas. Assim, a instrução deve ser organizada de forma a minimizar a carga cognitiva e diminuir a sobrecarga da memória de trabalho. Portanto, a instrução que efetivamente proporciona aprendizagem à memória de trabalho possui um impacto nas habilidades de assimilar o conhecimento, e conseqüentemente na capacidade da memória de longo prazo. Além de aprender, os estudantes também precisam assimilar informações, caso venham utilizar seus conhecimentos em situações de aprendizagens futuras. No sentido de aumentar a retenção, técnicas têm sido sugeridas, dentre elas a de dividir a informação em blocos. Miller (1956) demonstrou que uma pessoa pode assimilar em média aproximadamente  $(7 \pm 2)$  itens de informação em um dado momento. Assim, em uma situação de aprendizagem assistida por computador, pode-se apresentar, por exemplo, 49 itens divididos em blocos de informações de até nove tópicos com no máximo nove sub-tópicos, de forma a simplificar o processo de retenção de todos estes itens (CHALMERS, 2003).

Proximamente relacionada à idéia de carga cognitiva está o efeito da atenção dividida, que pode ser descrito como aquele que ocorre quando os alunos têm de dividir sua atenção entre vários tipos de informação. É evidente que ao usar as mesmas modalidades cognitivas (ex.: visual e visual) para vários tipos de informações dentro de uma mesma apresentação, o aluno venha a dividir sua atenção entre os materiais para entendê-los e usá-los. Em 1992, Chandler e Sweller mostraram através de seus estudos que a integração de textos e diagramas reduz a carga cognitiva e facilita a aprendizagem, ao contrário de quando o aluno vem a dividir sua atenção entre diferentes fontes de informação, como entre um texto e um diagrama apresentados separadamente (SWELLER e CHANDLER, 1994).

A teoria de esquemas é uma teoria de aprendizagem cognitiva que foi introduzida por Barlett no ano de 1932. Os esquemas são geralmente pensados como formas de ver o mundo, e em um sentido mais específico, formas de incorporar o ensino para dentro de nossa cognição. Piaget descreveu os esquemas como blocos de construção de conhecimentos básicos e de desenvolvimento intelectual, propondo que a aprendizagem seja o resultado da formação de novos esquemas e da construção sobre esquemas anteriores. Neste sentido, definiu que a aprendizagem é guiada por dois processos: a organização dos esquemas e a adaptação dos esquemas. Mais adiante, propôs que a adaptação de esquemas envolve a

assimilação de novas informações para dentro de esquemas já existentes; e que a acomodação de esquemas envolve novas informações, as quais podem não encaixar nos esquemas existentes. Organizar e proporcionar um esquema ao aluno pode ser de importância fundamental para alunos novatos, em função de possuírem pouco ou nenhum conhecimento de um tópico a ser estudado. Frente ao risco de um aluno organizar um esquema incorreto, o mais adequado seria cuidar para que os alunos novatos tenham um esquema já organizado (CHALMERS, 2003).

Para Shapiro (1999) em sua pesquisa sobre a relação entre o conhecimento prévio e uma visão geral interativa (método de organização) da aprendizagem baseada em hipermídia registrou que os alunos novatos podem ser especificamente desafiados naquilo que possuem pouco ou nenhum conhecimento prévio no sentido de auxiliar o processo de aprendizagem.

O maior desafio da usabilidade no projeto de materiais educacionais é o de dar suporte ao usuário na criação de um sistema para a obtenção de significados. Isto requer o projeto de tarefas efetivas, não somente um projeto de interfaces. Por exemplo, uma importante métrica da usabilidade utilizada para outros tipos de trabalho é a de evitar que o usuário chegue a se perder no espaço informacional. Já em algumas situações de aprendizagem, tal situação poderia ser benéfica gerando um possível aprofundamento da aprendizagem para o usuário (MAYES e FOWLER, 1999).

Para Chalmers (2003), um dos problemas encontrados em geral no uso da tecnologia é o problema de desorientação. Esta é uma das razões geradoras de ansiedade relacionada ao uso do computador. Por este motivo, os aprendizes incorrem em um aumento de erros, pensamentos debilitantes, pensamentos autodepreciativos, crenças irracionais e absenteísmo, que por sua vez, diminuem o desempenho, a produção, a motivação e a moral. Como exemplo, pode-se citar a desorientação experimentada no uso da tecnologia educacional, quando os aprendizes apresentam dificuldades com a leitura de textos realizada diretamente através da tela do computador, e por este motivo acabam imprimindo uma cópia em papel. A este problema estão relacionados aspectos, tais como o tipo de fonte, o tamanho da fonte, o brilho da tela, ou ainda, simplesmente a inabilidade do usuário em adaptar-se ao texto na tela.

As recomendações ergonômicas são utilizadas com o objetivo de auxiliar o designer no processo de concepção da interface, assim como para inspecionar a usabilidade da interface por meio de avaliações. Muitas são as recomendações disponíveis em bibliografias, mas muito poucas são específicas ao ambiente de ensino e aprendizagem. Desta forma, cabe salientar a necessidade da pesquisa e do desenvolvimento de recomendações ergonômicas para a melhoria da qualidade de interação do usuário para com interfaces específicas de ambientes de Educação a Distância (REITZ, 2003).

Neste sentido, constata-se a importância da utilização de recomendações ergonômicas que considerem os aspectos de usabilidade técnica e pedagógica, as quais poderão conduzir a considerações quanto ao impacto das correlações entre a usabilidade e o desempenho na aprendizagem de alunos.

## 1.6 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo apresenta algumas limitações, a saber:

- O escopo do estudo não visa comparar diferentes áreas de conhecimento em *e-learning*;
- As tarefas propostas no material de aprendizagem não foram elaboradas no sentido de contemplar especificamente uma teoria de aprendizagem.

## 1.7 ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURA DO ESTUDO

O capítulo de introdução apresenta o assunto pesquisado e as justificativas quanto a sua importância, assim como os objetivos, as hipóteses e as delimitações do estudo.

No segundo capítulo são tratados os conceitos relativos à ergonomia, à interação homem computador (IHC), os princípios ergonômicos para a IHC, os métodos e as técnicas

de avaliação da usabilidade, a avaliação da usabilidade em *e-learning* e os critérios e recomendações de usabilidade em *e-learning*.

O Capítulo 3 aborda a desenvolvimento das categorias de usabilidade, dos critérios e recomendações de usabilidade técnica e pedagógicas, mapeadas e adaptadas pela autora deste estudo, para contextos de aprendizagem de *e-learning*.

A metodologia do presente estudo é descrita no Capítulo 4. Esta especifica as etapas da investigação que pressupõem o perfil dos participantes, o contexto de aplicação, o questionário de usabilidade, o teste de desempenho, a hipótese, assim como o estudo piloto aplicado.

No Capítulo 5 são discutidos os resultados obtidos através da aplicação da metodologia.

No sexto e último capítulo são apresentadas as conclusões e as recomendações para estudos futuros.

## CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DA USABILIDADE

### 2.1 ERGONOMIA E INTERAÇÃO HOMEM COMPUTADOR

Conforme Battleson *et al.* (2001), a engenharia de usabilidade implica em um estudo e projeto de “fácil uso”. Seu componente principal é a Interação Homem Computador (IHC), isto é, o estudo de como as pessoas interagem com a tecnologia do computador e de como tornar esta interação efetiva, estabelecendo-se bases teóricas para a aplicação de conceitos de usabilidade em aplicações de *software* e de interfaces de computadores.

Segundo Hartson (1997, p.103), a Interação Homem Computador é:

Um campo de pesquisa e desenvolvimento, metodologia, teoria e prática, com o objetivo de projetar, construir, e avaliar sistemas de interação mediados por computador. Estes incluem *hardware*, *software*, equipamentos de entrada/saída, monitores, treinamento e documentação, permitindo que as pessoas possam usá-los de modo eficiente, com segurança e satisfação. Em suas origens a IHC é multidisciplinar sintetizando e adaptando vários outros campos que incluem: Fatores Humanos (na análise da tarefa e do projeto para o erro humano em IHC), Ergonomia (no projeto de dispositivos, estações de trabalho e ambientes de trabalho), Psicologia Cognitiva (em modelos de usuário), Psicologia Comportamental e Psicometria (em medidas de desempenho do usuário), Sistemas de Engenharia (em maiores análises de anteprojetos), e Ciências da Computação (em interfaces gráficas, ferramentas de programas e aspectos da arquitetura de *software*).

As normas de IHC são apropriadas para ambos, tanto *software* como *websites*, portanto a engenharia de usabilidade pode fornecer ao projeto *web*, uma abordagem sistêmica.

A IHC prescreve que as interfaces deveriam seguir as seguintes finalidades: (i) proporcionar suporte às tarefas, ou seja, permitir aos usuários atingir suas metas e satisfazer suas necessidades particulares; (ii) ser utilizável, por tornar possível aos usuários trabalharem facilmente, de forma eficiente, gerando poucos erros; (iii) proporcionar um projeto de interface com uma aparência agradável (BATTLESON *et al.*, 2001).

## 2.2 CONCEITO DE USABILIDADE

A Norma ISO 9241-11 *Guidance on Usability* (1998) ressalta mais o usuário e seu contexto de uso do que as características ergonômicas do produto, e define o termo usabilidade como “a capacidade de um produto ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico”.

Assim a norma ISO 9241-11 (1998) define:

- Usuário: a pessoa que interage com o produto;
- Tarefa: Conjunto de ações necessárias para alcançar um objetivo;
- Objetivo: Resultado pretendido;
- Contexto de uso: os usuários, as tarefas, os equipamentos (hardware, *software* e materiais), o ambiente físico e social em que o produto é utilizado;
- Eficácia: a precisão e a integralidade com que os usuários atingem objetivos específicos. A precisão relaciona-se com a qualidade do resultado e o critério especificado, enquanto a inteireza é a proporção da quantidade-alvo que foi atingida;
- Eficiência: precisão e integralidade com que os usuários atingem seus objetivos, em relação à quantidade de recursos utilizados;
- Satisfação: conforto e aceitabilidade do produto, medidos por meio de métodos subjetivos e/ou objetivos. As medidas objetivas de satisfação são as observações do

comportamento do usuário (postura e movimento corporal) ou o monitoramento de suas respostas fisiológicas. As medidas subjetivas são obtidas pela quantificação das reações, atitudes e opiniões expressas subjetivamente pelos usuários.

A estrutura da usabilidade pode ser ilustrada conforme esquema da Figura 1.

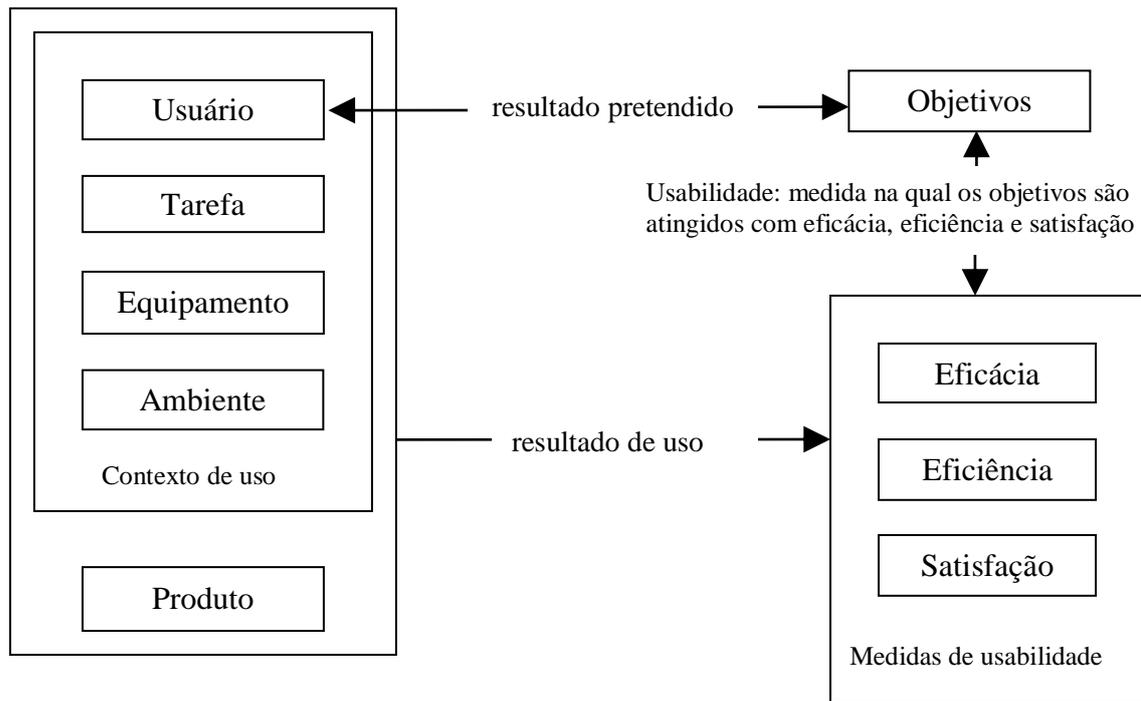


Figura 1 - Estrutura da usabilidade segundo a Norma ISO 9241-11

Fonte: Norma ISO 9241-11.

A implementação de um sistema que atua como uma plataforma de apresentação revela a opinião de seus projetistas sobre a aceitabilidade (*acceptability*) social e prática. Conforme Nielsen (1990) a aceitabilidade social dá maior ênfase a escolhas éticas e morais dos programadores. A aceitabilidade prática significa, entre outras coisas, custo, compatibilidade, confiabilidade e utilidade do sistema. A utilidade (*usefulness*) pode ser dividida em utilidade no sentido de funcionalidade e em usabilidade. A utilidade (*utility*) no sentido de funcionalidade refere-se à habilidade do sistema proporcionar funções que correspondam às necessidades dos usuários, e a usabilidade refere-se à quão bem os usuários estão aptos a usar as funções oferecidas pelo sistema. De acordo com os exemplos de Nielsen (1990), uma aplicação de entretenimento, como por exemplo, um jogo, é utilizável se os

usuários o apreciam, e um material de aprendizagem é utilizável se os estudantes aprendem com o mesmo. Mais adiante, a usabilidade é dividida em facilidade de aprendizagem (*learnability*), eficiência (*efficiency*), facilidade de memorização (*memorability*), baixa taxa de erros (*few errors*), e satisfação subjetiva do usuário (*satisfaction*).

Assim, para Nielsen (1993) a usabilidade possui muitos componentes e tradicionalmente está associada com os seguintes atributos:

- Aprendizagem: o sistema deve ser fácil de aprender permitindo ao usuário rapidamente realizar alguma operação com o sistema;
- Eficiência: o sistema deve ser eficiente para se utilizar permitindo ao usuário obter um alto nível de produtividade após tê-lo aprendido;
- Memorização: o sistema deve ser fácil de lembrar caso um usuário retorne ao sistema após um período de ausência, ou seja, o usuário não necessita reaprendê-lo novamente;
- Erros: o sistema deve ter um baixo índice de erros, de modo que os usuários cometam poucos erros durante o seu uso, e se os cometerem, que possam facilmente repará-los. Além disso, erros muito graves não devem ocorrer;
- Satisfação: o sistema deve ser agradável ao uso, para que os usuários se sintam subjetivamente satisfeitos quando o utilizarem.

Segundo Preece *et al.* (2005), a usabilidade está relacionada com o como tornar sistemas fáceis de usar e de aprender, e deve ser diferenciada da experiência do usuário no que se refere ao como as metas são operacionalizadas, ou seja, o modo como podem ser atingidas e por quais meios. As metas de usabilidade buscam atestar critérios específicos de usabilidade, enquanto as metas da experiência do usuário englobam as qualidades desta experiência, isto é, englobam uma ampla variedade de preocupações como a criação de sistemas que sejam satisfatórios, agradáveis, divertidos, de entretenimento, de auxílio, esteticamente agradáveis e que deem suporte à criatividade.

Em resumo, a usabilidade pode ser considerada como o meio pelo qual atributos e critérios específicos são empregados visando proporcionar ao usuário condições de realizar suas tarefas interativas com facilidade de uso, eficiência, eficácia, de forma intuitiva, resultando na diminuição da sobrecarga cognitiva do usuário, e neste sentido, promovendo condições que facilitem a retenção de informações ou da aprendizagem dos conteúdos de estudo.

### 2.3 CATEGORIAS DA USABILIDADE

Muir *et al.* (2003) criaram uma pirâmide de níveis de usabilidade para sistematizar a usabilidade pedagógica de cursos *Web*. Os quatro níveis propostos são descritos abaixo e apresentados na Figura 2 a seguir. Estes são:

- **Usabilidade específica ao contexto:** a usabilidade relaciona-se com os requisitos específicos de disciplinas e cursos. Cada curso apresenta necessidades específicas e objetivos esperados os quais o tornam diferentes de outros cursos;
- **Usabilidade acadêmica:** a usabilidade aborda os aspectos educacionais, tais como estratégias pedagógicas, organização dos materiais do curso, teorias de aprendizagem e o estudo do comportamento esperado. As especificidades do *e-learning* são consideradas neste nível;
- **Usabilidade web geral:** os aspectos da usabilidade comuns à maioria dos *websites* como navegação e acessibilidade para usuários com necessidades especiais. Refletem as preocupações gerais da IHC ou aspectos que são específicos a *Web*;
- **Usabilidade técnica:** este nível refere-se aos aspectos como falha de *links*, confiabilidade do servidor, tempos de *download*, *plugins* adequados, exatidão da HTML. Também é conhecida como o nível da usabilidade “funcional”.

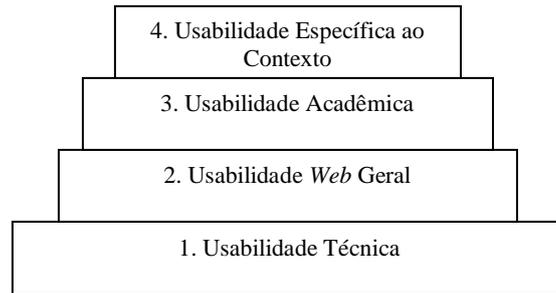


Figura 2 – Os quatro níveis da pirâmide

Os níveis dependem uns dos outros da seguinte forma, do topo para a base da pirâmide. Primeiro, se os recursos da aprendizagem e do ensino fornecidos pelo *site* educacional não forem apresentados e sequenciados em uma forma pedagogicamente orientada, o estudante tende a apresentar uma menor probabilidade de êxito na realização de seus objetivos específicos de aprendizagem do curso. Assim, a usabilidade específica ao contexto (nível 4) depende da usabilidade acadêmica (nível 3).

Segundo, não importa quão pedagogicamente efetivo o conteúdo possa ser, este se torna de pouca utilidade caso o estudante não possa localizá-lo dentro de um *site* que está desorganizado. Desta forma, a usabilidade acadêmica (nível 3) está baseada em princípios da usabilidade geral (nível 2).

E por último, um *website* com conteúdo pedagogicamente efetivo não tem qualquer propósito caso não possa ser acessado de forma confiante. Portanto, a usabilidade técnica (nível 1) é considerada a base para o resto da pirâmide.

Kukulska-Hulme e Shield (2004) afirmam que os níveis são dependentes uns dos outros e que a usabilidade técnica serve de base para os outros níveis. No que diz respeito ao nível técnico, os autores citam como exemplo os tempos de *download* muito lentos que podem fazer com que os alunos abandonem o *website* ou utilizem-no com dificuldades. Os autores também afirmam que não importa o quão pedagogicamente efetivo o conteúdo possa ser, o *site* torna-se de pouco uso se os alunos são impossibilitados de encontrar o conteúdo desejado em um *website* que se apresenta desorganizado. Neste sentido, declaram que a

usabilidade técnica serve de base para os outros níveis, mas se usada isoladamente não pode ser considerada como suficiente.

Conforme os autores *op. cit.*, quase todos os princípios podem ser definidos como pertencendo ao nível de usabilidade acadêmica, quando se referem a aspectos tais como, tornar compreensível a função do *website*, integrar os recursos de aprendizagem, ir ao encontro das necessidades do aluno, e assim por diante. Desta forma, aspectos como tornar a navegação simples e disponibilizar uma versão para impressão, pertencem aos níveis de usabilidade, tanto geral como acadêmica.

A usabilidade pedagógica é definida de acordo com a classificação de Nielsen (1990), como um sub-conceito de utilidade; e a usabilidade técnica como um sub-conceito de usabilidade conforme mostra a Figura 3. Deste modo, além do diálogo entre um usuário e um sistema, a usabilidade pedagógica de um sistema e/ou material de aprendizagem é também dependente de metas estabelecidas pelo estudante e pelo professor em uma situação de aprendizagem (NOKELAINEN, 2001).

Conforme Nokelainen (2006) ao se avaliar a usabilidade técnica, a suposição básica é a de que esta deva proporcionar facilidade na aprendizagem do uso das principais funções do sistema e que estas funções sejam eficientes e convenientes em seu uso. Outra suposição é a de que os erros não sejam repetidos. Ao avaliar a usabilidade pedagógica, a suposição é a de que os *designers* da plataforma da unidade de aprendizagem sejam guiados por cada ideia consciente, ou subconscientemente sobre como as funções do sistema facilitam a aprendizagem do material de aprendizagem e sua distribuição. Exemplos da abrangência das teorias de aprendizagem que influenciam os paradigmas do design são o objetivismo (instrutivismo, behaviorismo) e o construtivismo (foco no aluno, função ativa do aluno na aprendizagem e aprendizagem pela experiência).

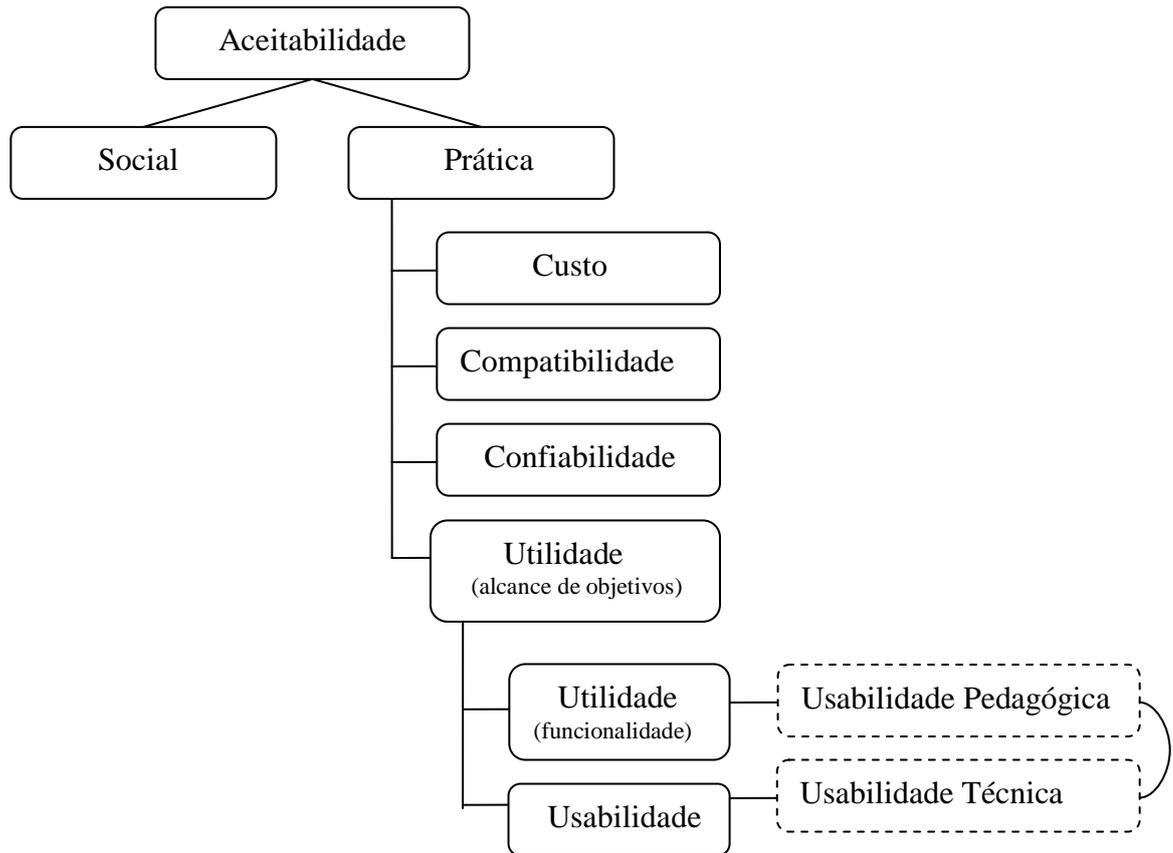


Figura 3 - Mapeamento conceitual da usabilidade técnica e pedagógica pelo modelo de usabilidade de Nielsen

Fonte: Nielsen (1990) adaptado por Nokelainen (2006).

Para Silius e Tervakari (2003) avaliar somente a usabilidade de um contexto educacional não é o suficiente. Também é importante avaliar o projeto pedagógico da aprendizagem baseada na *Web*. Deve ser lembrado que a avaliação do projeto pedagógico não deve substituir a inspeção de usabilidade. Um ambiente de aprendizagem baseado na *Web* pode ser usável, mas não pedagogicamente usável e vice-versa, embora haja algumas sobreposições nos problemas encontrados. Tervakari *et al.* (2002) *apud* Silius e Tervakari (2003) usa o termo “usabilidade pedagógica” para estipular se as ferramentas, o conteúdo, a interface e as tarefas dos ambientes baseados na *Web* atendem às necessidades de aprendizagem dos vários aprendizes em vários contextos de aprendizagem de acordo com os objetivos pedagógicos especificados.

Conforme Silius *et al.* (2003) a utilidade (*usefulness*) de um ambiente de aprendizagem baseado na *Web* é a combinação de sua usabilidade e utilidade. A utilidade (*utility*) pode ser dividida em duas categorias: a usabilidade pedagógica e o valor agregado do ensino e aprendizagem baseado na *Web*.

O quadro a seguir apresenta a estrutura das categorias de conceitos definidas por Nielsen (1993) e adaptadas por Tervakari e Silius (2002) *apud* Silius e Tervakari (2003).

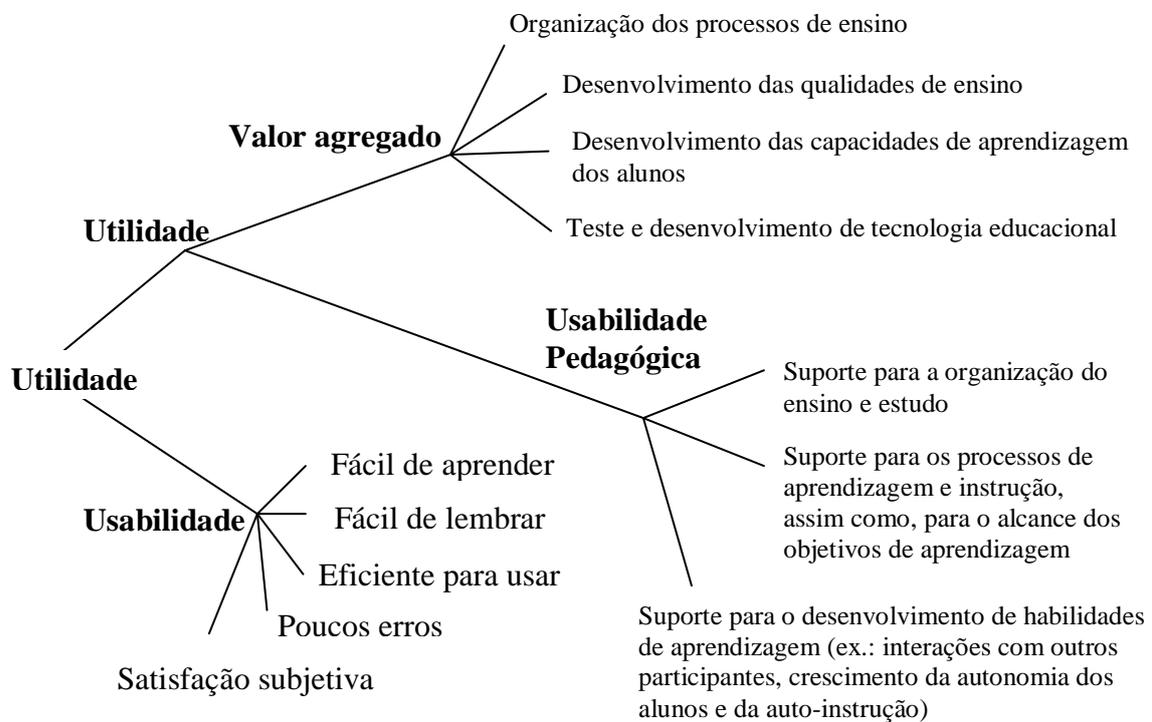


Figura 4 - Utilidade de ambientes de aprendizagem baseados na *Web*

Fonte: Nielsen (1993), adaptado por Tervakari e Silius (2002) *apud* Silius e Tervakari (2003).

Para Silius e Tervakari (2003), a avaliação da usabilidade pedagógica, conceituada como usabilidade acadêmica para Muir *et al.* (2003), deve sempre se responsabilizar no que diz respeito aos objetivos pedagógicos elegidos e ao valor agregado esperado. Os objetivos pedagógicos são influenciados pelos objetivos de aprendizagem do conteúdo, assim como os métodos de ensino e aprendizagem. Na avaliação da usabilidade pedagógica deve-se prestar atenção se o projeto pedagógico do ambiente de aprendizagem é baseado em uma teoria de

aprendizagem apropriada, e se são consideradas as habilidades específicas dos alunos, as necessidades como a motivação, a diversidade e o crescimento.

Para fins do estudo presente serão utilizadas as categorias de usabilidade técnica e pedagógica e definidos seus respectivos conceitos. A usabilidade técnica diz respeito aos critérios e recomendações de usabilidade que apresentam como objetivo facilitar o uso e a eficiência das funções, dos objetos de interação e das características das interfaces melhorando a interação dos alunos para com as interfaces do material de aprendizagem. Já a usabilidade pedagógica define os critérios e recomendações de usabilidade que visam satisfazer as necessidades dos alunos para a realização das tarefas ou atividades propostas por meio dos elementos da interface do material de aprendizagem.

## 2.4 PRINCÍPIOS ERGONÔMICOS PARA INTERFACES HOMEM COMPUTADOR

### 2.4.1 Heurísticas de usabilidade

Nielsen desenvolveu as heurísticas para a avaliação da usabilidade em colaboração com Rolf Molich em 1990. Em 1994, Nielsen redefiniu as heurísticas baseando-se em uma análise de mais de 200 problemas de usabilidade, as quais foram estatisticamente reduzidas a um conjunto com as 10 regras apresentadas a seguir:

- Visibilidade do status do sistema: O sistema deve sempre manter os usuários informados sobre o que está acontecendo através de *feedback* apropriado, em um tempo razoável;
- Compatibilidade entre o sistema e o mundo real: O sistema deve utilizar a linguagem do usuário, com palavras, frases e conceitos familiares ao usuário, ao invés de termos específicos de sistemas. Seguir convenções do mundo real, fazendo com que a informação apareça em uma ordem lógica e natural;
- Controle do usuário e liberdade: Os usuários frequentemente escolhem as funções do sistema por engano e então necessitam de “uma saída de emergência” claramente

definida para sair do estado não desejado sem ter que percorrer um longo diálogo, ou seja, é necessário suporte ao “desfazer” e ao “refazer”;

- **Consistência e padrões:** Os usuários não deveriam imaginar se diferentes palavras, situações ou ações significam a mesma coisa. A interface deve ter convenções não-ambíguas;
- **Prevenção de erros:** É sempre melhor um projeto cuidadoso que primeiramente venha a prevenir a ocorrência do problema ao invés de boas mensagens de erros, venha a eliminar ou verificar as condições passíveis de erros, e também venha a apresentar aos usuários uma opção de confirmação antes da execução da ação;
- **Reconhecimento em lugar de lembrança:** Minimizar a carga de memória do usuário tornando visíveis os objetos, ações e opções. O usuário não deve ter que lembrar informações de uma parte do diálogo para outra. As instruções para o uso do sistema devem estar visíveis ou facilmente acessíveis;
- **Flexibilidade e eficiência de uso:** A ineficiência nas tarefas pode reduzir a eficácia do usuário e causar-lhe frustração. O sistema deve ser adequado tanto para usuários inexperientes quanto para usuários experientes. Permitir aos usuários a adaptação das frequentes ações;
- **Projeto minimalista e estético:** Os diálogos não devem conter informações irrelevantes ou raramente necessárias. Cada unidade extra de informação em um diálogo compete com unidades relevantes de informação e diminui sua visibilidade relativa;
- **Auxílio para os usuários no reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros:** As mensagens de erro devem ser expressas em linguagem natural (sem códigos), indicando precisamente o erro e sugerindo uma solução construtiva;
- **Ajuda e documentação:** Mesmo que seja melhor que o sistema possa ser usado sem documentação, pode ser necessário fornecer ajuda e documentação. Tais informações devem ser fáceis de encontrar, devem ser centradas na tarefa do

usuário, e devem listar passos corretos a serem seguidos, e não devem ser muito extensos.

#### 2.4.2. Regras de Ouro

As Regras de Ouro propostas por Ben Shneiderman para o projeto e avaliação de interfaces conforme seu livro “*Designing the User Interface*” (Shneiderman e Plaisant, 2004) são as seguintes:

- Perseguir a consistência: seqüências de ações similares para situações similares; a mesma terminologia em menus e telas de ajuda ao usuário; padrão de cores, leiaute, fontes;
- Fornecer atalhos: teclas especiais, macros e navegação simplificada são exemplos de atalhos que facilitam e agilizam a interação dos usuários mais experientes que usam o sistema com frequência, eliminando telas ou passos;
- Fornecer *feedback* informativo: toda ação do usuário requer uma resposta do sistema, a qual será mais rápida ou menos detalhada ou informativa, dependendo do tipo de ação executada;
- Marcar o final dos diálogos: as seqüências de ações do sistema devem ser organizadas de tal forma que o usuário seja capaz de identificar quando cada grupo de ações foi finalizado com sucesso;
- Fornecer prevenção e tratamento de erros: o sistema deve ser projetado de tal forma que os usuários não consigam cometer erros de alta severidade e ainda recebam instruções adequadas para o tratamento dos erros que por acaso ocorram;
- Permitir o cancelamento de ações: tanto quanto possível, as ações devem ser reversíveis, aliviando assim, a ansiedade dos usuários e encorajando-os a explorar o sistema;

- Fornecer controle e iniciativa ao usuário: os usuários mais experientes desejam ter a sensação de deter o controle sobre o processamento e de obter respostas do sistema quanto às suas ações;
- Reduzir a carga de memória de trabalho: a capacidade humana de memorização requer que a tela do sistema seja simples, consistente em relação às outras telas do conjunto e que a frequência de movimentos em cada tela seja reduzida.

No entanto, Shneiderman (2005) afirma que estas oito regras deveriam ser interpretadas, refinadas e expandidas para cada ambiente.

### **2.4.3 Princípios de Diálogo**

Para o projeto e a avaliação de Interfaces Humano-Computador em aplicações para escritórios, a Norma ISO 9241:10 (1998) propõe sete princípios ergonômicos que são os seguintes:

- Adaptação à tarefa;
- Auto-descrição (*feedback*);
- Controle ao usuário;
- Conformidade às expectativas do usuário;
- Tolerância aos erros;
- Facilidade de individualização;
- Facilidade de aprendizagem.

### **2.4.4 Critérios Ergonômicos**

Scapin e Bastien (1995), pesquisadores ligados ao INRIA (Instituto Nacional de Pesquisa em Automação e Informática da França), desenvolveram a partir do exame exaustivo de uma base de recomendações ergonômicas, um conjunto de Critérios Ergonômicos a ser empregado em diversas intervenções ergonômicas. Os critérios são divididos em um conjunto

de oito critérios principais, que são subdivididos em 18 sub-critérios e critérios elementares. Estes podem ser descritos como:

- a *condução*, definida no convite (presteza) do sistema, na *legibilidade* das informações e telas, no *feedback* imediato das ações do usuário e no *agrupamento e distinção entre itens* nas telas. Este último sub-critério refere-se tanto aos formatos (*agrupamento e distinção por formato*) como a localização (*agrupamento e distinção por localização*) dos itens;
- a *carga de trabalho*, definida pela brevidade das apresentações e entradas (*concisão*), na extensão e densidade dos diálogos (*ações mínimas*) e na *densidade informacional* das telas como um todo;
- o *controle explícito*, caracterizado pelo caráter explícito das ações do usuário (*ações explícitas*) e pelo controle que o mesmo tem sobre os processamentos (*controle do usuário*);
- a *adaptabilidade*, que se refere tanto às possibilidades de personalização do sistema que são oferecidas ao usuário (*flexibilidade*), como pelo fato de a estrutura do sistema estar adaptada ou não a usuários de diferentes níveis de experiência (*consideração da experiência do usuário*);
- a *gestão de erros*, que diz respeito aos dispositivos de prevenção que possam ser definidos nas interfaces (*proteção contra erros*) como à *qualidade das mensagens de erro* fornecidas e às condições oferecidas para que o usuário recupere a normalidade do sistema ou da tarefa (*correção dos erros*);
- a *consistência*, relacionada à homogeneidade e à coerência das decisões de design quanto às apresentações e diálogos;
- o *significado dos códigos e denominações*, que indica a relação conteúdo-expressão das unidades de significado das interfaces;

- a *compatibilidade*, definida no acordo que possa existir entre as características do sistema e as características e expectativas dos usuários e suas tarefas.

A consideração deste conjunto de critérios permite elaborar, por exemplo, uma inspeção ergonômica por meio de lista de verificação.

## 2.5 CLASSIFICAÇÃO DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA USABILIDADE

Uma série de autores apresenta diferentes usos em relação aos termos “métodos” e “técnicas” no campo de estudo de avaliação da usabilidade. A terminologia tende a confundir o que alguns autores chamam de “técnicas” e o que outros chamam de “métodos”, e vice-versa. Nesta perspectiva, Preece *et al.* (2002) sugerem que no sentido de eliminarmos qualquer confusão deveriam ser considerados ambos os termos como sinônimos, isto é, sem distinção entre estes.

Conforme Wong *et al.*, (2003) as abordagens atuais para a avaliação da usabilidade de um sistema podem ser classificadas em: (a) Testes Empíricos (Molich e Nielsen, 1990); (b) Inspeção (Nielsen, 1993); (c) Medidas comparativas de usabilidade (Dillon e Maquire, 1993); e (d) Medidas baseadas em modelos complexos (Thimbleby, 1994). Os testes empíricos exigem a condução da avaliação de usabilidade em uma situação controlada de forma fidedigna para identificar os problemas que os usuários possuem com o sistema. A inspeção envolve a investigação do projeto de várias telas para identificar os problemas que podem ocorrer na interface do usuário. As medidas comparativas de usabilidade consistem de métricas de usabilidade que são determinadas para avaliar os aspectos da interface, tais como a habilidade do usuário em desempenhar as tarefas que lhe são requisitadas a executar de forma eficiente, e a aceitação do usuário em relação à interface do usuário. Finalmente, as medidas baseadas em modelos complexos, utilizam uma variedade de critérios que incluem algumas análises formais e matemáticas sobre a interface do usuário.

Há uma real necessidade de um método de avaliação de usabilidade que seja prático e específico para o *e-learning*. A usabilidade de um sistema “é medido, por quão fácil e eficaz este pode ser usado por um conjunto específico de usuários, dado um tipo especial de suporte,

para levar adiante um conjunto definido de tarefas em um conjunto definido de ambientes” (SHACKEL, 1991).

De acordo com Dias (2007) as abordagens para a avaliação de usabilidade de sistemas constituem os métodos de inspeção, os métodos de testes com usuários e os métodos baseados em modelos.

Há uma série de abordagens de classificação dos métodos de avaliação de usabilidade apresentadas conforme Preece (2003); Shneiderman e Plaisant (2005); Dix *et al.* (2004) e Preece *et al.* (2002) *apud* Ssemugabi (2006). Tais classificações dos métodos de avaliação da usabilidade são classificadas em avaliações empíricas; métodos de avaliação baseadas em modelos; métodos de observação; técnicas de pesquisa e métodos de avaliação por especialistas.

Segundo Preece (1993) *apud* Ssemugabi (2006) os métodos de avaliação da usabilidade seguem as seguintes classificações:

- Avaliação analítica: descrições da interface formal ou semi-formal para prever o desempenho do usuário;
- Avaliação por especialistas: baseada na avaliação do sistema por especialistas;
- Avaliação por observação: observação ou monitoramento do comportamento dos usuários e de como o sistema é usado;
- Avaliação por pesquisa: descoberta das opiniões subjetivas da usabilidade do sistema;
- Avaliação experimental: práticas experimentais científicas para testar hipóteses a respeito da usabilidade do sistema.

Para Shneiderman e Plaisant (2005) *apud* Ssemugabi (2006) as classificações correspondem à:

- Avaliação por especialistas: incluem as técnicas de avaliação, tais como, avaliação heurística; avaliação por recomendações; inspeção da consistência; *cognitive walkthrough*; e inspeção formal da usabilidade.
- Testes de usabilidade e laboratórios: as técnicas nestas categorias incluem *think aloud*; gravação de vídeo; e teste de campo usando equipamentos móveis.
- Pesquisas: são consideradas as técnicas de avaliação como a pesquisa através de questionários em papel; as pesquisas através de questionários *online*; e os questionários de satisfação da interação do usuário.
- Teste de aceitação: esta técnica usa metas objetivas e mensuráveis para a avaliação da usabilidade que devem corresponder ao sistema. Ao invés de usar critérios subjetivos como “amizade com o usuário”, há critérios mensuráveis usualmente definidos pelo usuário, tais como “número de erros realizados pelo iniciante na primeira experiência de duas horas”, que são usados para determinar se o sistema é aceitável ou não. Se não é conhecido ao usuário, o sistema será “re-trabalhado”. A regra central do teste de aceitação não é o de detectar falhas no sistema, mas antes verificar se o sistema adere aos requisitos (Shneiderman e Plaisant, 2005). Alguns dos critérios mensuráveis a serem considerados durante a avaliação da usabilidade incluem o tempo para os usuários aprenderem funções específicas; a velocidade de desempenho da tarefa; a taxa de erros cometidos pelos usuários; e a retenção dos comandos pelos usuários ao longo do tempo.
- Avaliação durante o uso ativo: inclui avaliações como, entrevistas e discussões em grupos; *log* contínuo do desempenho dos usuários; uso de consultores por telefone; uso de quadros de avisos ou grupos de discussão; e *feedback* por *newsletters* e conferências.
- Controle de experimentos psicologicamente orientados: considerados experimentos.

Conforme Dix *et al.* (2004) as classificações dos métodos de avaliação da usabilidade são os seguintes:

- *Cognitive walkthrough*: avaliadores especialistas navegam através das tarefas do sistema e as gravam;
- Avaliação heurística: baseada na avaliação do sistema por especialistas;
- Avaliação baseada na revisão: usa resultados dos estudos prévios na avaliação como evidência para dar suporte ou refutar os aspectos da interface do usuário;
- Avaliação baseada no modelo: usa os modelos cognitivos e de projeto para avaliar interfaces;
- Métodos empíricos: avaliação experimental;
- Técnicas de pesquisa: questionários e entrevistas com os usuários e grupos envolvidos;
- Técnicas de observação: observação e monitoramento do comportamento dos usuários em relação ao uso do sistema;
- Técnicas de monitoramento: avaliação através do monitoramento de respostas psicológicas dos usuários, por exemplo, pelo rastreamento do movimento dos olhos para determinar em quais áreas de uma interface os usuários encontram dificuldades de entendimento.

Preece, Rogers e Sharp (2002) identificam os tipos de avaliação como:

- Observação e monitoramento das interações dos usuários: observação ou monitoramento do comportamento dos usuários na interação com o sistema;

- Reunião das opiniões dos usuários: descoberta das opiniões subjetivas dos usuários sobre a usabilidade do sistema;
- Experimentos ou testes de mercado: avaliação usando experimentos;
- Interpretação natural das interações ocorridas: uso de modelos cognitivos e de design para avaliar as interfaces;
- Previsão da usabilidade de um produto: baseada na avaliação do sistema por especialistas.

As classificações dos métodos de avaliação da usabilidade são apresentadas no quadro abaixo com suas respectivas sobreposições e interrelacionamentos conforme classificações de seus autores.

Classificações	Preece (1993)	Shneiderman e Plaisant (2005)	Dix <i>et al.</i> (2004)	Preece <i>et al.</i> (2002)
<b>Avaliações empíricas</b>	Experimental	Controle de experimentos psicologicamente orientados	Métodos empíricos: Avaliações experimentais	Experimentos ou testes de mercado
<b>Métodos de avaliação baseados em modelos</b>	Métodos Analíticos	Testes de aceitação	Avaliações baseadas no modelo	Interpretação natural das interações ocorridas
<b>Métodos de avaliação por especialistas</b>	Especialista	Avaliação por especialistas	Avaliação Heurística <i>Cognitive Walkthrough</i> Avaliação baseada na revisão	Previsão da usabilidade de um produto
<b>Métodos de observação</b>	Observação	Avaliação durante o uso ativo Testes de usabilidade e laboratórios	Técnicas de observação Técnicas de monitoramento	Observação e monitoramento das interações dos usuários
<b>Técnicas de pesquisas</b>	Pesquisas	Pesquisas	Técnicas de pesquisa	Reunião das opiniões dos usuários

Quadro 1 - Classificação dos métodos de avaliação da usabilidade

Fonte: Ssemugabi (2006).

Várias técnicas de avaliação da usabilidade existentes podem ser escolhidas como uma alternativa entre custo e benefício. Alguns métodos, como a avaliação heurística, são mais facilmente administrados e apresentam um custo mais baixo, mas por outro lado, apresentam problemas em seu uso. Na maioria das vezes, estes problemas vêm da aplicação de um pequeno conjunto de princípios de heurísticas para a avaliação de uma grande amplitude do sistema. Tal problema é constatado por vários pesquisadores, que conseqüentemente estão desenvolvendo recomendações mais específicas para classes de sistemas específicos (BAKER *et al.*, 2002; MANKOFF *et al.*, 2003; SOMERVELL *et al.*, 2003).

Conforme Battleson *et al.* (2001) os testes de usabilidade podem ser divididos em três categorias: inquirição, inspeção e teste formal de usabilidade. A inquirição e o teste formal de usabilidade envolvem usuários reais, enquanto que na inspeção é o avaliador quem inspeciona as interfaces. No contexto de *websites* e avaliações de interfaces, a inquirição implica em obter informações do usuário sobre um *site* específico. Os métodos de inquirição incluem: entrevistas, questionários e pesquisas.

Para Hom (1996), as entrevistas são métodos formais utilizados para coletar informações sobre a experiência dos usuários e suas preferências. Embora as pesquisas e os questionários também sejam usados para coletar tais informações, as entrevistas permitem uma interação direta com os usuários facilitando as discussões que surgem na aplicação das questões durante os testes. Battleson *et al.* (2001) cita que as entrevistas são geralmente conduzidas nos estágios iniciais do desenvolvimento do design, enquanto que as pesquisas e questionários são geralmente usados mais tarde, no ciclo de vida do produto.

Nos métodos de inspeção, como avaliação heurística e *cognitive walkthrough*, os designers do *site* e os especialistas em informação trabalham como avaliadores, freqüentemente colocando-se no lugar do usuário para testar as tarefas do *site* (Battleson *et al.*, 2001). Tais formas de avaliação não registram a participação de usuários reais. Para Hom (1996), na técnica *cognitive walkthrough*, os especialistas experimentam realizar tarefas típicas de cenários de uso, “caminhando através” das interfaces. Já na avaliação heurística, os especialistas em usabilidade verificam os elementos da interface através de um *checklist* de heurísticas ou de princípios de design.

Embora estas avaliações baseadas na inspeção apresentem custos mais baixos, elas não identificam erros de usabilidade com a mesma eficiência do que os testes com usuários reais.

No teste formal de usabilidade, os usuários são observados enquanto interagem com o *site* ou protótipo, executando tarefas definidas ou buscando realizar um conjunto de objetivos definidos. Este método implica no emprego de experimentos para coletar informações específicas sobre o design, objetivando a interpretação dos resultados de forma rápida e eficiente, ao invés de acumular grandes quantidades de dados quantitativos (BATTLESON *et al.*, 2001).

## 2.6 TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO

### 2.6.1 Entrevistas e questionários

Do ponto de vista da usabilidade, os questionários e as entrevistas são considerados métodos indiretos, visto que eles não estudam a interface propriamente dita, mas sim a opinião dos usuários sobre esta interface (NIELSEN, 1993).

Contudo, questionários e entrevistas são métodos similares, pois ambos interrogam o usuário sobre um conjunto de questões e registram as respostas. Os questionários são impressos em papel ou apresentados interativamente via computador, podendo ser administrados sem a presença física de uma pessoa. Já as entrevistas envolvem a leitura das questões ao respondente, e as respostas são gravadas pelo entrevistador. Os questionários também podem conter questões abertas nas quais os usuários devem escrever suas respostas em linguagem natural, o que, às vezes, implica em dificuldades de interpretação. Por este motivo, os questionários normalmente contam com questões fechadas, nas quais os usuários podem expressar suas opiniões referentes a um fato específico, respondendo às questões através de uma lista de verificação ou mesmo através de uma escala de classificação (NIELSEN, 1993).

Uma modalidade de questionário que tem se popularizado na área de usabilidade é o questionário *online*, com custos e esforços de análise inferiores aos questionários tradicionais

em papel. Tanto as entrevistas como os questionários podem ser utilizados em qualquer fase do desenvolvimento do sistema, dependendo do tipo de perguntas formuladas (DIAS, 2007).

### **2.6.2 Avaliação heurística**

A avaliação heurística é parte do método chamado *Discount Usability Engineering*, que avalia o design da interface do usuário de forma rápida, barata e fácil, sendo considerado como o método de inspeção de usabilidade mais conhecido. Este é realizado através de inspeções sistemáticas para medir a usabilidade do design da interface do usuário. A avaliação inclui a participação de avaliadores, experientes ou treinados, para inspecionar a interface e julgar a conformidade de seus elementos, através dos princípios de usabilidade chamados de heurísticas (HOM, 1996).

De acordo com Instone (1997), a avaliação basicamente engloba a identificação das heurísticas, a reunião das opiniões sobre a usabilidade do *site*, a identificação e classificação dos problemas encontrados, e então, a elaboração das soluções. O *feedback* dos problemas encontrados pode ser fornecido de várias formas, como por exemplo: através de um relatório ou pela verbalização dos resultados, ou ainda, através de uma categorização dos problemas.

Conforme Hom (1996), a avaliação heurística pode ser usada praticamente em qualquer momento durante o ciclo de desenvolvimento da interface; embora seja mais adequada nos estágios iniciais. Assim, pode-se fornecer aos avaliadores protótipos ou somente especificações do design e, ainda assim, descobrir uma grande quantidade de problemas de usabilidade antes de executar o design propriamente dito.

### **2.6.3 Inspeção ergonômica por meio de listas de verificação (*Checklists*)**

Ao seguir um conjunto de recomendações de usabilidade podem-se conhecer os atributos e métodos de interação de uma interface. Desta forma, Hom (1996) afirma que muitas recomendações têm sido validadas podendo assim ser usadas como tal, ou ainda adaptadas para aspectos específicos do contexto em avaliação.

Conforme Dias (2007, p. 59):

Alguns autores denominam guias de recomendações como listas de verificação, já outros consideram as listas de verificação como adaptações de guias de recomendações para o contexto do sistema em avaliação. Em suma, uma lista de verificação é composta por uma série de requisitos, considerados desejáveis e/ou necessários para atingir certo efeito ou objetivo, mais restritos e específicos do que os itens de um guia de recomendações.

Para Sullivan (1998), os *checklists* são extremamente baratos de implementar e necessitam de um pequeno número de usuários para se tornarem efetivos. Eles podem ser aplicados virtualmente a qualquer momento do ciclo de desenvolvimento, ou seja, desde o protótipo inicial da interface até a um *site* completamente desenvolvido. Já Hom (1996) afirma que listas de recomendações geralmente são longas e necessitam de muito tempo para serem inspecionadas.

#### **2.6.4 Ensaios de interação**

Nos ensaios de interação, os usuários participam realizando algumas tarefas com a interface, enquanto são observados por avaliadores. Os laboratórios para este fim são denominados de laboratórios de “usabilidade”. Eles se caracterizam por salas equipadas com câmeras de filmagem do teste e espelhos falsos. Também pode-se utilizar um câmera filmadora convencional ou um gravador. A revisão da gravação é ao mesmo tempo uma forma de registro e um meio para a equipe poder discutir os problemas de usabilidade (RUBIN, 1994).

#### **2.6.5 Análise de log**

Os arquivos *logs* são registros das atividades dos usuários no *site* armazenados pelo servidor. Em cada arquivo *log* são mantidos os acessos, os arquivos acessados, a data e

horário do acesso, o tipo de conteúdo e o tamanho do arquivo descarregado, assim como dados de erros e a identificação das referidas páginas. No entanto, tais informações são mínimas para a investigação efetiva de potenciais problemas de usabilidade (TEC-ED. INC., 1999).

## 2.7 AVALIAÇÃO DA USABILIDADE EM E-LEARNING

### 2.7.1 Definição de *e-learning*

Conforme Tuparova e Tuparov (2005), o *e-learning* tornou-se uma das expressões mais atuais no que se refere à aprendizagem por meio de diferentes mídias eletrônicas. Há definições absolutamente diferentes de *e-learning*, tais como:

- O processo de aprendizagem formal e informal, de atividades de treinamento, de comunidades e de eventos via o uso de todas as mídias eletrônicas como a Internet, Intranet, Extranet, CD-ROM, vídeo, TV, telefones celulares e agendas;
- O uso de novas tecnologias multimídia e da Internet para aumentar a qualidade da aprendizagem por facilitar o acesso aos recursos e serviços assim como as trocas remotas e de colaboração;
- Uma definição ampla do campo de uso e distribuição da tecnologia para a disponibilidade da aprendizagem e de programas de treinamento, usualmente utilizada para descrever mídias tais como: CD-ROM, Internet, Intranet, de aprendizagem sem fio e móvel. Alguns incluem a administração do conhecimento com uma forma de *e-learning*. Por volta do ano de 1995 os termos utilizados eram o de “Treinamento baseado na Internet”, depois “Treinamento baseado na *Web*” (para esclarecer que a disponibilidade poderia somente ocorrer na Internet ou Intranet), mais adiante de “Aprendizagem *Online*”, e finalmente o termo *e-learning* foi adotado corretamente e empregado de forma popular.

Ao considerar estas definições, Tuparova e Tuparov (2005), resumiram que todas as definições incluem a combinação e a interação dos seguintes componentes básicos: atividades de ensino e aprendizagem por meio de diferentes mídias eletrônicas.

O "e" do *e-learning*, *e-commerce*, *e-business*, e-mail, entre outros, passou a representar as relações existentes no mundo digital, na Internet.

Para Govindasamy (2002) o *e-learning* é uma forma de ensino e aprendizagem que inclui a instrução distribuída através de diversas mídias eletrônicas incluindo a Internet, Intranet, Extranet, transmissão via satélite, fitas de vídeo e áudio, TV interativa e CD-ROM. De acordo com Singh (2003) o *e-learning* pode ser visto como uma “aprendizagem digitalmente distribuída”. Já para Wong *et al.* (2003) uma “aprendizagem eletrônica” ou uma “aprendizagem eletronicamente mediada”.

Conforme Nokelainen (2001) os materiais de aprendizagem digitais referem-se a todos materiais que são projetados com objetivos educacionais, publicados em formatos digitais e concebidos para o acesso via computador. O Objeto de Aprendizagem é considerado a menor unidade de material de aprendizagem. Isto é, pode ser considerado como por exemplo, um clipe de animação ou um exemplo de pronúncia em um programa de ensino da língua inglesa. Já o Material de Aprendizagem pode incluir uma página na *Web* apresentando efeitos de compressão de imagem ligados à qualidade de uma imagem; um *applet* em linguagem Java; ou um único módulo em uma plataforma de aprendizagem. Independente do tipo de material de aprendizagem, cada qual possui sua própria interface de usuário, a usabilidade que pode ser avaliada, assim como, um objetivo de aprendizagem definível. Neste sentido, uma Unidade de Material de Aprendizagem consiste em muitos materiais de aprendizagem conectados por um objetivo principal comum, ou seja, é um conceito que combina vários objetos de aprendizagem relacionados ao mesmo assunto. E ainda, o conceito de Ambiente Virtual de Aprendizagem pode ser definido como uma aplicação que utiliza materiais de aprendizagem ou unidades de materiais de aprendizagem. Há uma variedade de ambientes virtuais de aprendizagem comerciais e não comerciais disponíveis. Estes podem ser divididos em dois grupos, por utilizar materiais de aprendizagem, como por exemplo, o eWSOY's OPIT; ou por oferecer um serviço de apresentação para o material de aprendizagem

disponibilizado ao usuário, como por exemplo, BlackBoard, Belvedere, Dyn3W, Future Learning Environment, Knowledge Forum, WebCT.

### 2.7.2 Avaliação da usabilidade em *e-learning*

Wong *et al.* (2003) discutem o desenvolvimento de abordagens de medidas comparativas de usabilidade para sistemas de *e-learning*, as quais possuem três componentes denominados: (a) Avaliação heurística, (b) Aspectos de testagem, (c) Medidas de usabilidade que consistem nos resultados dos testes.

A avaliação da usabilidade de *e-learning* pode ser usada para isolar problemas de aprendizagem no uso de pacotes específicos de *e-learning* para uma disciplina em particular e propor métodos para a correção destes, ou ainda, obter uma visão geral do mérito da usabilidade do sistema para permitir comparações entre sistemas de aprendizagem diferentes. O foco da abordagem de medidas de usabilidade discutida por Wong *et al.* (2003) visa obter uma visão da importância de todos os diferentes aspectos dos sistemas de *e-learning* (WONG *et al.*, 2003).

A usabilidade de um sistema de *e-learning* é um conceito difícil de ser quantificado por envolver conceitos imprecisos, múltiplas dimensões e fatores que podem ser considerados subjetivos. Na investigação da usabilidade, Dillon e Maquire (1993) isolaram quatro aspectos principais: o desempenho do usuário; a atitude do usuário em relação ao sistema; o esforço mental exigido; e as análises formais do sistema em adquirir complexidade operacional. Cada uma destas dimensões pode ser decomposta individualmente. O desempenho do usuário pode ser medido pelo tempo despendido para completar uma tarefa; que pode também ser medido pela eficiência do usuário ou pela eficiência relativa, que é a relação da eficiência do usuário dividida pela eficiência de experiência. Similarmente, a medida de preferência dos usuários e atitude pode ser por si mesma decomposta como descrito nos sistemas de Métricas de Padronização da Usabilidade na Computação (*Metrics for Usability Standards in Computing = MUSIC*) (WONG *et al.*, 2003).

Para Tselios *et al.* (2001), dentro de um contexto educacional, a avaliação da usabilidade não é o suficiente. Também é importante avaliar o projeto pedagógico da

aprendizagem baseado na *Web*. Deve-se lembrar que a avaliação do projeto pedagógico não deve substituir a inspeção da usabilidade. Um ambiente de aprendizagem baseada na *Web* pode ser usável, mas pedagogicamente não usável, e vice-versa, mesmo que uma sobreposição dos problemas encontrados possa ocorrer na avaliação.

Tselios *et al.* (2001) realizaram um experimento para avaliar a correlação entre a usabilidade de dois ambientes de aprendizagem a distância e o ambiente em papel e caneta, além do desempenho de seus aprendizes. O principal objetivo foi o de medir a usabilidade dos componentes, prova e auto-avaliação do aprendiz. O desempenho dos aprendizes foi também medido através dos dois ambientes e relacionada à usabilidade avaliada previamente. Os aprendizes foram divididos em três grupos de forma arbitrária. O primeiro deles, constituído de 57 aprendizes, utilizou o *software* IDLE (*Infotronic Distance Learning Environment*); o segundo, constituído de 51 aprendizes, utilizou o módulo do WebCT (*Web Course Tools*); e o terceiro, constituído de 12 aprendizes utilizou o ambiente em papel e caneta.

O questionário de avaliação da usabilidade foi anônimo e preenchido de forma voluntária. As questões foram inspiradas nas Regras de Avaliação Heurística de Molich e Nielsen (1990), que foram sendo subsequentemente adaptadas por Nielsen em 1993, e amplamente usadas na estrutura de experimentos de avaliação heurística por Nielsen (1992) e (2000), Squires e Preece (1999), Levi e Conrad (1996). De 108 aprendizes que usaram o *software* de aprendizagem a distância, 88 destes (81%) preencheram o questionário de avaliação da usabilidade. Para as 10 questões de usabilidade foi atribuído o mesmo nível de importância, e os resultados obtidos apresentaram valores significativos entre suas médias, os quais foram de 4,05 para o WebCT, e de 3,82 para o IDLE, o que corresponde a uma diferença de 5,7%. Ao realizar o Teste t de *Student*, foi deduzido que o resultado mostrou-se significativo, ou seja,  $t=2,574$  e  $p<0,01$ . Ambos os ambientes foram caracterizados por um alto grau de usabilidade de acordo com o teste de avaliação de usabilidade. O *software* IDLE teve uma vantagem comparativa sobre o WebCT em três questões, enquanto que nas outras sete questões o WebCT recebeu uma classificação mais alta. As três questões, nas quais o IDLE apresentou vantagem foram aquelas relacionadas ao *feedback* do sistema, à estética e design minimalista e à resolução de erros. A vantagem quanto ao *feedback* do sistema proporcionado aos aprendizes está justificada pelo fato de o IDLE oferecer *feedback* sobre a

exatidão ou não de uma resposta imediatamente após o seu envio, enquanto o WebCT não apresenta este *feedback*. O *design* estético do IDLE apresenta um apelo aos aprendizes em relação ao *design* simples do WebCT, enquanto que a resolução de erros não foi considerada relevante neste contexto.

O desempenho dos aprendizes foi determinado pelas classificações nos testes de avaliação e foi calculado pelas respostas corretamente respondidas. As questões não respondidas não foram consideradas. Os valores médios de desempenho dos aprendizes foram de 7,34 para o WebCT e de 6,65 para o IDLE. Portanto, os usuários do WebCT apresentaram um melhor desempenho do que os usuários do IDLE. As análises sugeriram que não há diferença significativa no desempenho entre os usuários de papel e caneta e o ambiente WebCT, enquanto a diferença entre o papel e caneta e o ambiente IDLE é significativa.

Os resultados obtidos mostraram que a diferença de usabilidade parece desempenhar um efeito considerável sobre o desempenho dos aprendizes, visto que havia a restrição de tempo para sua realização, exigindo que os aprendizes entendessem as questões, refletissem sobre elas, selecionassem as questões mais importantes, e deste modo, desempenhassem as tarefas cognitivamente exigidas. A usabilidade do estudo foi relacionada com a qualidade de *software*, e em particular com os seguintes aspectos: eficiência na interação, consistência, suporte em caso de erros, liberdade na navegação, e o uso de conceitos familiares aos usuários. Estes são aspectos importantes no contexto educacional, pois permitem que o *software* se torne transparente e não interfira no processo de aprendizagem (TSELIOS *et al.*, 2001).

O estudo piloto realizado por Costabile *et al.* (2005) na aplicação da metodologia de Avaliação Sistemática de Usabilidade (Systematic Usability Evaluation - SUE), confirmou que a usabilidade em *e-learning* é um assunto bastante complexo. Conforme os autores, aspectos da apresentação do material, e em especial, o auxílio à aprendizagem por meio de exemplos, devem ser considerados. A presença de ferramentas hipermídia sugere a possibilidade de personalizar o modo de leitura e a comunicação através de diferentes canais, além de encorajar os participantes à utilização de testes de auto-avaliação para a análise do andamento de seus progressos. Com este objetivo, a metodologia SUE desenvolvida por De

Angeli *et al.* (2000), Costabile *et al.* (2001) e Matera *et al.* (2002) combina de forma sistemática o método de inspeção com os testes de usuários.

Os autores *op. cit.* estabelecem um comparativo entre os métodos baseados no usuário e os métodos de inspeção do usuário, e declaram que estes últimos mostram-se mais compensadores quanto ao custo e benefício, pois não necessitam de um equipamento de laboratório sofisticado para gravar as interações com os usuários, não necessitam de experimentos de campo com custo elevado, nem tampouco necessitam de processamentos de dados pesados para os resultados obtidos por meio de entrevistas muito extensas. Os métodos de inspeção da usabilidade “aproveitam os usuários”, de forma que estes permanecem como a fonte mais valiosa e confiável de relatos dos problemas de usabilidade, além de não ser necessária a utilização de equipamentos especiais ou de instrumentos de laboratório. No entanto, os métodos de inspeção estão sob forte dependência das habilidades e da experiência do avaliador, e desta maneira diferentes avaliadores podem produzir diferentes resultados.

A grande inovação da metodologia SUE elaborada por Costabile *et al.* (2001) é o uso de padrões de avaliação chamados de TA (Tarefas Abstratas) que descrevem uma forma de avaliar a compatibilidade de componentes de aplicações através de um conjunto de atributos e recomendações, que são preliminarmente identificados de forma específica para cada classe da aplicação. Desta forma, as TA descrevem precisamente quais objetos de aplicação devem ser procurados e que tipo de ação os avaliadores devem realizar para avaliar tais objetos durante a inspeção. Estas tarefas são formuladas de forma precisa, por meio de um modelo padrão que inclui os seguintes itens:

- Classificação de código e denominação das tarefas abstratas: identificam de forma única as tarefas abstratas e suas finalidades;
- Foco da ação: lista os objetos da aplicação a serem avaliados;
- Intenção: define o objetivo específico da tarefa abstrata;
- Descrição da atividade: descreve em detalhes as atividades a serem realizadas durante a aplicação TA;

- Saída: descreve a saída de parte da inspeção a que a TA se refere.

Desta forma, os avaliadores estabelecem um guia para identificar os elementos a serem enfocados e analisados, produzindo um relatório em que os problemas encontrados são descritos.

No sentido de identificar as principais características da interação com aplicações de *e-learning* os autores desenvolveram um estudo piloto com 10 aprendizes de um curso na Universidade de Bari. Os aprendizes foram observados durante suas interações com o Sistema de Aprendizagem a Distância, em um laboratório do Departamento de Ciências da Computação. As tarefas dos aprendizes visavam à aprendizagem sobre alguns tópicos da Interação Homem Computador específica para o uso de sistemas via Internet, e a realização de alguns testes *online* para a verificação do conteúdo de aprendizagem. Uma série de ferramentas de comunicação possibilitou as trocas de informações entre os aprendizes em busca de ajuda frente aos seus questionamentos sobre o material educacional. Ao final do curso foram conduzidas entrevistas para a coleta de informações adicionais quanto às experiências interativas dos aprendizes. As questões fundamentais relacionaram-se ao tipo de dificuldades encontradas, a melhor forma de organização do material e das tarefas educacionais e também sobre o uso de diferentes ferramentas de comunicação (Fórum, Chat, E-mail).

De acordo com a metodologia de Avaliação Sistemática de Usabilidade foram identificados quatro parâmetros para a análise de módulos e plataformas de *e-learning*. Estes são a apresentação (engloba características exteriores à interface, destacando possibilidades e ferramentas disponibilizadas pela plataforma ou por módulos didáticos); a capacidade hipermídia (considera aspectos restritos à comunicação através de diferentes canais, e segue uma estrutura não-seqüencial, enfatizando a análise e a personificação dos caminhos de leitura; a pró-atividade da aplicação (considera os mecanismos e as modalidades através das quais a aplicação dá suporte ao treinamento e às atividades do usuário); e ainda, a atividade do usuário (com foco na crescente necessidade do usuário, isto é, nas atividades que este desenvolverá e como a aplicação responderá a estas atividades).

Com base nas dimensões citadas acima, os autores apresentaram critérios e recomendações de avaliações específicas para módulos didáticos e plataformas, considerando os princípios gerais de eficácia e efetividade que contribuem para caracterizar a usabilidade, como menciona a ISO 9241. Os critérios específicos foram distinguidos entre a plataforma e o módulo didático, visto que uma plataforma de *e-learning* é um ambiente mais ou menos complexo com uma série de ferramentas integradas para o ensino, a aprendizagem, a comunicação e a administração do material educacional. Por outro lado, o módulo didático é o conteúdo educacional disponível através da plataforma. Os atributos de usabilidade para uma plataforma geralmente diferem daqueles de um módulo didático específico, sendo que as diferentes características devem ser consideradas. De qualquer forma, alguma característica do conteúdo proporcionado através da plataforma está restrita às funcionalidades da plataforma em si, e como consequência, a avaliação das aplicações de *e-learning* englobam tais componentes.

Considerando-se os atributos e as recomendações estabelecidas para os módulos didáticos e as plataformas, algumas TA são geradas no sentido de dar suporte ao avaliador na verificação de componentes específicos de aplicações de *e-learning*, isto é, na verificação de que a aplicação segue as recomendações e atributos de usabilidade. Estas TA foram agrupadas nas seguintes categorias:

- Inserção de conteúdo e acesso ao conteúdo: esta categoria inclui TA para a avaliação de ferramentas que permitem e facilitam a autoria e a busca de conteúdo;
- Estrutura: esta categoria inclui TA para a avaliação de mecanismos de apoio ao usuário na realização de tarefas difíceis;
- Janela de aprendizagem: inclui TA para a avaliação de características de ambientes virtuais de aprendizagem, isto é, onde o aprendiz trabalha e estuda, e verifica seu nível de aprendizagem.

Desta forma, os autores apresentam de forma preliminar, um conjunto de critérios de usabilidade que englobam características de sistemas de *e-learning*. Também propõem uma adaptação da Técnica de Inspeção SUE ao domínio de *e-learning*. A avaliação do ponto de vista pedagógico refere-se em princípio à coerência e à congruência do design rumo à aprendizagem.

Conole *et al.* (2004) apresentam um sumário de alguns modelos e teorias, esquematizam suas principais características, os tipos de abordagens que estas comprovam e como podem ser aplicadas no contexto de *e-learning*, conforme apresentado no Quadro 2.

Teorias	Principais Características	Possíveis aplicações de <i>e-learning</i>	Literatura
<b>Behaviorismo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentra-se na modificação do comportamento através dos pares de estímulo-resposta;</li> <li>• Aprendizagem via tentativa e erro;</li> <li>• Aprendizagem através da associação e reforço;</li> <li>• Foco pedagógico está no controle e nas respostas adaptativas;</li> <li>• Foco nos resultados observáveis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muito do desenvolvimento atual do <i>e-learning</i> representa não mais do que a transferência de abordagens didáticas <i>online</i>, a “mentalidade de virar uma página <i>Web</i>” com um link que vai diretamente à avaliação e ao <i>feedback</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skinner</li> <li>• Tennant</li> </ul>
<b>Cognitivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentra-se na estrutura cognitiva interna; concebe a aprendizagem como transformações destas estruturas;</li> <li>• Concentra-se no desenvolvimento humano;</li> <li>• Foco pedagógico está no processamento e transmissão da informação através da comunicação, explicação, recombinação, contraste, inferência e solução de problemas;</li> <li>• Prático para o desenvolvimento seqüencial de materiais conceituais, os quais construirão estruturas de informações existentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idéia de distribuição cognitiva de Salomon (1993) pode conduzir a uma estrutura de conhecimento mais compartilhado entre o indivíduo e o ambiente rico em informações acerca dos recursos e contatos;</li> <li>• Desenvolvimento de sistemas inteligentes e de aprendizagem, e a ideia do desenvolvimento de agentes personalizados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anderson</li> <li>• Wenger</li> <li>• Hutchins</li> <li>• Piaget</li> </ul>

## Continuação do Quadro 2...

Teorias	Principais Características	Possíveis aplicações de <i>e-learning</i>	Literatura
<b>Construtivismo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentra-se no processo em que o aluno constrói suas próprias estruturas mentais e interage com um ambiente;</li> <li>• Foco pedagógico é orientado à tarefa;</li> <li>• Ajuda está disponível, apresenta um direcionamento individualizado das atividades que são orientadas através do projeto e da descoberta;</li> <li>• Proveitoso para ambientes de aprendizagem estruturados, tais como realidades simuladas; construção de estruturas de conceitos através do engajamento em tarefas auto-direcionadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O conceito de <i>toolkits</i> (conjunto de ferramentas para o desenvolvimento, grupo de programas e rotinas usadas como base para a programação em um novo sistema) e outros sistemas de suporte que guiam e informam os usuários através do processo de atividades que poderiam ser utilizadas para bons efeitos na implantação e capacitação de princípios do construtivismo;</li> <li>• Acesso aos recursos e opiniões oferece o potencial para desenvolver ambientes de aprendizagem ativos e autênticos mais atrativos e centrados no aluno;</li> <li>• Pequenos mundos e simulações.</li> </ul>	Papet Duffy & Jonassen
<b>Baseado na atividade</b> <i>(Activity-based)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentra-se na estrutura das atividades como entidades constituídas historicamente;</li> <li>• Ação através de artefatos mediados dentro de um sistema (<i>framework</i>) de atividade em um amplo contexto sócio-cultural de regras e da comunidade;</li> <li>• O foco pedagógico está na ligação entre o estado histórico de uma atividade e o estágio de desenvolvimento pessoal com respeito a esta atividade, por exemplo, o estado atual do uso da língua e a habilidade de falar a língua;</li> <li>• A Zona de Desenvolvimento Proximal – a ideia de que o acesso a uma habilidade atual proporciona discernimentos limitados dentro do potencial individual de desenvolvimento, o que é mais bem estudado através do exame de seus trabalhos ao longo de uma visão competente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Na última década houve um aumento do foco nos aspectos da informação (e em um conteúdo específico) de ICT com uma ênfase na comunicação, colaboração e entendimento de fatores que servem de base para o desenvolvimento de comunidades;</li> <li>• Em especial, tem sido entendido que somente o conteúdo em desenvolvimento não conduz a uma aprendizagem mais efetiva e que há uma necessidade de estruturar e estimular ambientes de aprendizagem e capacitar comunidades ao desenvolvimento;</li> <li>• As capacidades de rede de comunicação da <i>Web</i> disponibilizam acessos mais variados para as diferentes formas de especialidades e o potencial de desenvolvimento de diferentes tipos de comunidades.</li> </ul>	Vygotsky, 34; Wertsch, 85; Engstrom, '87

## Continuação do Quadro 2...

Teorias	Principais Características	Possíveis aplicações de <i>e-learning</i>	Literatura
<p><b>Aprendizagem socialmente situada</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leva mais em consideração as interações sociais, e a aprendizagem como uma participação social;</li> <li>• Ênfase no relacionamento pessoal envolvendo a imitação e a modelagem;</li> <li>• Linguagem como uma ferramenta para a aprendizagem e o domínio comum da construção do conhecimento;</li> <li>• A linguagem possui duas funções: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Como uma ferramenta comunicativa e cultural usada para o compartilhamento e o desenvolvimento do conhecimento conjunto através do esforço comum;</li> <li>○ Como uma ferramenta psicológica para organizar nossos pensamentos individuais para o raciocínio, planejamento e revisão de nossas ações.</li> </ul> </li> <li>• O diálogo entre o tutor e o aluno pode ser articulado em 12 níveis de engajamento – ambos internos e externos;</li> <li>• O conhecimento é um problema de competência em relação à qualidade da organização;</li> <li>• Busca pela participação, ou seja, um engajamento ativo;</li> <li>• Ter em vista nossas habilidades de vivenciar o mundo e nossos envolvimentos com o entorno de forma significativa – é o que essencialmente produz a aprendizagem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Múltiplas formas assíncronas e de comunicações síncronas oferecem o potencial para formar os mais variados diálogos, interações entre os estudantes e tutores, colegas entre si, assim como o uso de materiais de arquivos e de fontes para variadas formas de aprendizagem;</li> <li>• Diferentes ferramentas de comunicação <i>online</i> e ambientes de aprendizagem sociais para uma potencial oferta de novas formas de comunidades de prática ou de facilidades para apoiar e aumentar as comunidades existentes.</li> </ul>	<p>Mercer Vygotsky Laurillard Lave Wenger</p>

## Continuação do Quadro 2...

Teorias	Principais Características	Possíveis aplicações de <i>e-learning</i>	Literatura
<b>Experimental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza a experiência como fundamento para a aprendizagem;</li> <li>• Aprendizagem como transformação da experiência em relação às trocas de conhecimento, habilidades, atitudes e emoções;</li> <li>• Reflexão no sentido de transformação da experiência;</li> <li>• Foco da aprendizagem baseada no problema: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Experiência: localização do problema, identificação e definição;</li> <li>- Concentração e reflexão na informação;</li> <li>- Formação da teoria e teste na prática;</li> <li>- Experimento por meio Primário e Secundário;</li> <li>- Razão e Reflexão;</li> <li>- Avaliação (Dewey, 1916 <i>apud</i> Conole <i>et al</i>, 2004).</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A comunicação assíncrona oferece novas formas de discurso em que não é limitado pelo tempo, e portanto, oferece oportunidades aumentadas para a reflexão;</li> <li>• O alcance e as múltiplas formas de representações de diferentes comunicações e experiências oferecem oportunidades para a reflexão.</li> </ul>	Dewey Kolb Jarvis
<b>Teoria dos sistemas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentra-se na aprendizagem organizacional ou no modelo de desenvolvimento de alunos em resposta ao <i>feedback</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Novas formas da distribuição e armazenamento, arquivamento e recuperação oferecem possibilidades para o desenvolvimento de bancos de conhecimentos compartilhados através de ordenação e formas de ordenação distribuídas pela cognição.</li> </ul>	Senge; Laurillard

Quadro 2 - Sumário das principais teorias e modelos, suas características, e como são utilizadas no contexto de *e-learning*

Fonte: Conole *et al.* (2004)

Conole *et al.* (2004) afirmam que para se projetar uma aprendizagem efetiva deve-se explicitar quais componentes estão em primeiro plano nas diferentes atividades de aprendizagem, junto com o uso efetivo de diferentes ferramentas e recursos de mediação e de suporte. A abordagem dos autores possui três diferentes benefícios. O modelo pode ser usado como forma de:

1. Mapear diferentes teorias de aprendizagem e reunir as que se relacionam;
2. Expressar o entendimento do praticante;
3. Formar o vínculo da pedagogia com as atividades e suas ferramentas e recursos associados.

Como segundo estágio é definido uma lista das abordagens possíveis, ferramentas ou recursos que podem ser usados para cada atividade. No Quadro 3 são apresentadas três atividades de aprendizagem e exemplos de possíveis meios de implementação, as quais podem ser usadas no sentido de selecionar uma abordagem de preferência.

<b>Pequenas atividades de aprendizagem</b>	<b>Possíveis meios de implementação usando diferentes ferramentas e recursos</b>			
<i>Brainstorming</i> (livre debate) de um conceito	Discussão em um grupo <i>online</i>	Discussão através de uma sessão de Chat <i>online</i> com tempo determinado	Em um seminário de uma hora face a face	Uso individual de um mapa conceitual
Agrupamento de recursos para uma tarefa específica	Uso individual do mecanismo de busca e portal de matérias	Em grupos usando uma variedade de recursos diferentes	Através de experiências compartilhadas	Por trabalhar individualmente através tutoriais CAL relevantes
Auto-avaliação do nível de competência	Discussão de um para um	Através da avaliação de um colega dentro de um grupo	Pelo término de um exame de auto-avaliação em um CAA <i>online</i>	Inclusão em uma ferramenta compartilhada <i>online</i>

Quadro 3 – Descrição de pequenas atividades de aprendizagem

Fonte: Conole *et al.* (2004).

Diaz *et al.* (2002) consideram como ponto de partida alguns critérios de avaliação em hipermídia apresentados por vários autores, tais como: Botafogo *et al.*, 1992; Garzotto *et al.*, 1995; Hatzimanikatis *et al.*, 1995; Mendes *et al.*, 1998; Yamada *et al.*, 1995. Os autores descrevem alguns critérios para avaliar a usabilidade de sistemas educacionais de hipermídia, os quais são: a estética, a consistência, a auto-evidência, a naturalidade das metáforas e a previsibilidade. Além da qualidade da interface, os autores investigam se o sistema possibilita atingir os objetivos de ensino e de aprendizagem de seus usuários. Para tanto, são descritos alguns critérios orientados ao alcance da utilidade educacional de sistemas hipermídia, que são: a abundância, a integridade, a motivação, a estrutura de hipertexto, a autonomia, a

competência e a flexibilidade. Desta forma, os autores descrevem critérios de avaliação para sistemas educacionais de hipermídia que podem ajudar os projetistas de duas formas. Primeiro, os critérios de avaliação constituem a base para aplicação da avaliação formativa, que tem como objetivo principal servir como um guia para investigar se o sistema é satisfatório ou necessita de algumas alterações. Segundo, os critérios também podem proporcionar um tipo de direcionamento aos *designers* de *software* ao definir requisitos educacionais, como por exemplo, aumentar a abundância do material didático.

Também identificam algumas fontes de incertezas e imprecisões que aparecem nestas avaliações, e por seguinte, acabam por delinear quanta imprecisão pode ocorrer na obtenção de resultados reais e comparáveis a partir de estimativas subjetivas, inspeções de especialistas, ou estimativas, quando da ausência de informações estatisticamente confiáveis, as quais necessitariam de amplas escalas e de muitos experimentos, devido ao grande número de aspectos que poderiam ser avaliados no contexto de sistemas educacionais de hipermídia (DIAZ *et al.*, 2002).

As principais fontes de imprecisão são as avaliações lingüísticas, em forma de escalas ou recomendações especialistas e as medidas indiretas. Escalas têm sido usadas para avaliar aspectos como motivação, e são freqüentemente usadas nos estudos de avaliações da usabilidade para avaliar a adequabilidade subjetiva. Medidas indiretas, como índices e *checklists*, freqüentemente simplificam demais o processo de classificação para um único ou limitado número de medidas concretas. Exemplos são: o índice de leituras *Gunning-Fog* ou os *checklists* proporcionados pelas recomendações de acessibilidade da W3C, que podem ser usadas para medir a “estética”. Neste sentido, a pesquisa de testes automáticos de usabilidade pode ser considerada uma aproximação disciplinada para estudar futuras formas de imprecisão, desde que busque a correlação entre os índices e as classificações de usabilidade (DIAZ *et al.*, 2002).

Nokelainen (2006) apresenta critérios de usabilidade pedagógica para a avaliação de materiais digitais de aprendizagem, os quais são: controle do aluno; controle de atividade; aprendizagem colaborativa/cooperativa; orientação de metas; aplicabilidade; valor agregado;

motivação; avaliação do conhecimento prévio; flexibilidade e *feedback*. O autor desenvolveu uma pesquisa em que os critérios de usabilidade pedagógica foram operacionalizados em um Questionário de Aprendizagem Pedagogicamente Significativo constituído por 56 itens classificados em uma escala Lickert. No questionário foram separados itens desenvolvidos para medir a usabilidade do Sistema de Gerenciamento da Aprendizagem (LMS = *Learning Management System*) e do Material de Aprendizagem (LM = *Learning Material*). Os critérios de usabilidade pedagógicos apresentados neste estudo foram submetidos ao processo de dois testes psicométricos através de experimentos empíricos com estudantes de 5º e 6º graus da escola básica ( $n=66$  e  $n=74$ ). Os estudantes foram avaliados através do Questionário de Aprendizagem Pedagogicamente Significativo constituído de três partes, em um LMS e em quatro LM(s). A primeira parte refere-se à usabilidade técnica e pedagógica da plataforma de aprendizagem contendo 43 itens; a segunda refere-se à usabilidade técnica dos materiais de aprendizagem (24 itens); e a terceira parte mede a usabilidade pedagógica dos materiais de aprendizagem (25 itens). As propostas são claramente marcadas quando medem os aspectos sobre sistemas ou conteúdos. Os resultados comprovaram os diferentes perfis pedagógicos dos módulos de aprendizagem.

Vetromille-Castro (2003) aborda a usabilidade de design e a usabilidade pedagógica no contexto da atividade do ensino da língua inglesa considerando fundamentalmente a leitura disponibilizada por computador ou pela *Web*. Para o autor o conceito de usabilidade divide-se em dois aspectos, a usabilidade de design que apresenta foco na superfície do material em relação ao texto e sua disposição na tela, às instruções de comandos e orientações na realização de tarefas, assim como na análise de elementos contratantes na tela. Para a usabilidade pedagógica, que coloca o aluno no centro da situação de ensino e aprendizagem, são considerados aspectos como o uso da língua materna na atividade, as estratégias de leitura e a apresentação de *feedback*. Para a coleta de dados o autor utiliza três procedimentos, os quais são: o auto-relato “em voz alta” por parte dos alunos quanto às atividades realizadas durante a interação; um questionário semi-aberto com perguntas fechadas e abertas, respondido ao final da atividade de leitura; e as anotações de observações realizadas pelo avaliador.

Os resultados da pesquisa de Vetromille-Castro (2003) revelam que os aspectos considerados positivos quanto à usabilidade de design para a realização das atividades dizem

respeito ao texto ocupar um lugar de destaque na tela, às instruções prévias dos comandos serem disponibilizadas de forma clara, ao uso de um dicionário acoplado ao texto e à uniformidade da apresentação dos elementos e cores da interface. Já para a usabilidade pedagógica foram encontrados como aspectos positivos a atividade de pré-leitura, a estrutura do material com perguntas e *feedback*, as instruções, os dois tipos de *feedback* proporcionados pelo sistema (individualizado ou estratégico), o dicionário acoplado ao texto, textos autênticos (textos que podem ser relevantes para os alunos), perguntas com questões curtas e as de múltipla escolha.

Martins (2006) propõe uma abordagem da usabilidade em dois sentidos, a do design e a pedagógica. A usabilidade de design aborda as características do material possibilitando o desenvolvimento de interfaces mais direcionadas a seu público alvo, e conseqüentemente, mais fáceis de serem entendidas. E a usabilidade pedagógica está associada ao desenvolvimento do material didático e de como foi conduzida sua preparação pedagógica para que de fato favoreça a aprendizagem. A autora empregou na metodologia, recomendações utilizadas e adaptadas das propostas de Nielsen. Para a aplicação da metodologia, foi construída uma planilha de observação a partir de uma lista contendo doze requisitos referentes à usabilidade de design e à usabilidade pedagógica. Assim, foi utilizada a técnica de verbalização simultânea, que consiste em ouvir os comentários dos usuários, enquanto executam a tarefa. Através do *software PowerPoint* foram apresentadas as instruções iniciais, logo após um questionário auto-avaliativo, e mais adiante, uma planilha de observação e o questionário pós-tarefa.

A autora *op. cit.* verificou quanto à usabilidade pedagógica que o *feedback* dado aos alunos foi muitas vezes irrisório diante de suas necessidades. Neste sentido, o retorno fornecido no momento certo poderia proporcionar a maior interatividade entre professores e alunos, ou seja, um fator motivador que faz com que os aprendizes concluam com êxito as tarefas propostas. A autora também lembra que a utilização de textos em linguagem simples e coloquial facilita o entendimento e o aprendizado do aluno, sendo que as instruções nem sempre são claras, nem expostas na tela de forma atrativa. Outro aspecto importante foi o uso da cor para codificar a informação, que não deveria ser usado somente como forma de atrair a atenção do aluno. E ainda, relata a importância dos alunos terem em mãos um material

impresso que os conduza, como um guia com informações detalhadas, com textos em linguagem simples, mesmo que estejam participando de um mundo virtual.

## 2.8 CRITÉRIOS E RECOMENDAÇÕES DE USABILIDADE EM E-LEARNING

Conforme Nokelainen (2006) muitos conjuntos de recomendações de usabilidade técnica têm sido desenvolvidos nos últimos vinte anos. No entanto, os aspectos pedagógicos do projeto ou uso de materiais digitais de aprendizagem são menos frequentemente estudados do que os técnicos. A proposta de um critério não é definir nenhum material de aprendizagem como “bom” ou “ruim”, mas ajudar seus usuários na escolha de uma alternativa mais adequada em qualquer situação de aprendizagem.

Vários autores analisaram os critérios que têm sido desenvolvidos para os agentes e os fatores que promovem a aprendizagem na utilização dos materiais de aprendizagem. O sumário dos diferentes critérios é apresentado na Tabela 5. Um pequeno número de modelos existentes mostra que os aspectos pedagógicos do projeto ou o uso de materiais digitais de aprendizagem são menos frequentemente estudados do que os técnicos. A tabela mostra que um dos critérios é o modelo teórico de Squires e Preece (1999) que é somente um inventário de medidas subjetivas de satisfação do usuário final em relação aos aspectos pedagógicos dos materiais digitais de aprendizagem. Portanto, nem um único *checklist* ou inventário foi submetido ao processo de verificação psicométrica empírica (NOKELAINEN, 2006).

As características de usabilidade pedagógica mais comuns de um critério apresentado no Quadro 6 são: controle do aluno, possibilidade de atividades de aprendizagem colaborativas e cooperativas, metas de aprendizagem explícitas, autenticidade do material de aprendizagem e suporte ao aprendiz.

<b>Reeves (1994)</b> “Dimensões pedagógicas” <sup>b</sup>	<b>Quinn (1996)</b> “Heurísticas de design educacional” <sup>b</sup>	<b>Squires &amp; Preece (1996)</b> “Modelo JIGSAW” <sup>a</sup>	<b>Albion (1999)</b> “Heurísticas de conteúdo” <sup>b</sup>	<b>Squires &amp; Preece (1999)</b> “Heurísticas de <i>software</i> com aprendizagem” <sup>b</sup>	<b>Horila, Nokelainen, Syvänen &amp; Överlund (2002)</b> “Usabilidade pedagógica de ambientes de aprendizagem digital” <sup>c</sup>
Controle do aprendiz	Metas e objetivos claros	Tarefas de aprendizagem definidas	Definição do conteúdo	Níveis apropriados de controle do usuário	Capacidade de aprendizagem
Filosofia pedagógica	Contexto significativo ao domínio e ao aprendiz	Tarefas de aprendizagem comuns	Relevância à prática profissional	Fidelidade navegacional	Gráficos e <i>layouts</i>
Psicologia de base	Conteúdo representado de forma clara e múltipla	Tarefas de aplicações operacionais	Representação de respostas profissionais quanto às questões	Adaptar-se aos modelos do designer e do usuário	Requisitos técnicos
Direcionamento de metas	Estrutura de suporte às atividades ( <i>Scaffolded activities</i> )	Tarefas de operação gerais ao sistema	Relevância dos materiais de referência	Prevenção dos erros cognitivos periféricos	Eficiência intuitiva
Valor prático (Autenticidade)	Compreensão obtida pelo aprendiz		Apresentação das fontes de recursos	Representações compreensíveis e simbolicamente significativas	Capacidade de combinar aos diferentes alunos e diferentes situações
Regra do professor	Avaliação formativa		Assistência em forma de apoio ao invés de previamente ordenado de maneira explícita	Apóia abordagens individuais significativas para a aprendizagem	De fácil uso: abordagem técnica e pedagógica
Flexibilidade do programa	O desempenho deveria ser “referenciado por critérios”		Os materiais são cativantes	Estratégias para a re-cognição dos erros cognitivos, diagnóstico e retorno	Interatividade
Valor de erros	Suporte para a transferência e aquisição das habilidades de “auto-aprendizagem”		Apresentação dos recursos	Adaptar-se ao currículo	Objetividade

Continuação do Quadro 4...

<b>Reeves (1994)</b> “Dimensões pedagógicas” <sup>b</sup>	<b>Quinn (1996)</b> “Heurísticas de design educacional” <sup>b</sup>	<b>Squires &amp; Preece (1996)</b> “Modelo JIGSAW” <sup>a</sup>	<b>Albion (1999)</b> “Heurísticas de conteúdo” <sup>b</sup>	<b>Squires &amp; Preece (1999)</b> “Heurísticas de <i>software</i> com aprendizagem” <sup>b</sup>	<b>Horila, Nokelainen, Syvänen &amp; Överlund (2002)</b> “Usabilidade pedagógica de ambientes de aprendizagem digital” <sup>c</sup>
Aprendizagem cooperativa	Apoio à aprendizagem colaborativa		Eficiência generalizada dos materiais		Sociabilidade
Motivação					Motivação
Epistemologia					Valor agregado para o ensino
Atividade do usuário					
Adaptação de diferenças individuais ( <i>Scaffolding</i> )					
Sensibilidade cultural					

Quadro 4 - Sumário da pesquisa dos critérios de usabilidade pedagógica

<sup>a</sup> = Modelo teórico. <sup>b</sup> = Modelo teórico e *checklist* heurístico. <sup>c</sup> = Modelo teórico e inventário da subjetividade do usuário final

Fonte: Nokelainen (2006).

Para obter uma visão geral de toda estrutura dos critérios do modelo de Nokelainen (2006), devem-se ver as 51 sub-dimensões da usabilidade pedagógica conforme apresentado a seguir:

## 1. Controle do aluno

- 1.1 Carga mínima de memória
- 1.2 Codificação significativa
- 1.3 Responsabilidade pela própria aprendizagem
- 1.4 Controle do usuário
- 1.5 Elaboração

## **2. Atividade do aluno**

- 2.1 Pensamento reflexivo
- 2.2 Aprendizagem baseada em problemas
- 2.3 Uso de fontes de informações primárias
- 2.4 Imersão
- 2.5 Domínio
- 2.6 Fonte de informações primárias (somente para professores)
- 2.7 Capacidade do professor (somente para professores)
- 2.8 Didática do professor (somente para professores)
- 2.9 Aprendizagem individual a distância (somente para professores)

## **3. Aprendizagem cooperativa/colaborativa**

- 3.1 Suporte à conversação e ao diálogo
- 3.2 Trabalho em grupo
- 3.3 Navegação social assíncrona
- 3.4 Navegação social síncrona
- 3.5 Monitoramento da navegação social assíncrona (somente para professores)
- 3.6 Monitoramento da navegação social síncrona (somente para professores)
- 3.7 Ambiente de aprendizagem terciário

## **4. Orientação à meta**

- 4.1 Metas explícitas
- 4.2 Utilidade das metas
- 4.3 Foco nos resultados
- 4.4 Foco nas metas
- 4.5 Monitoramento do seu próprio estudo (*Feedback* pedagógico)
- 4.6 Estabelecer as próprias metas (somente para professores)

## **5. Aplicabilidade**

- 5.1 Material autêntico
- 5.2 Percepção de utilidade
- 5.3 Aprender fazendo (*Learning by Doing*)
- 5.4 Material adequado às necessidades dos alunos (Desenvolvimento humano)

- 5.5 Pré-teste e diagnósticos
- 5.6 Recebimento de comandos (*Prompting*)
- 5.7 Desvanecimento (*Fading*)
- 5.8 Sistema de suporte (*Scaffolding*)
- 5.9 Codificação significativa

## **6. Valor agregado**

- 6.1 Valor agregado geral da aprendizagem
- 6.2 Efetividade para a aprendizagem
- 6.3 Valor agregado das figuras
- 6.4 Valor agregado dos sons
- 6.5 Valor agregado das animações

## **7. Motivação**

- 7.1 Orientação de meta intrínseca
- 7.2 Orientação de meta extrínseca
- 7.3 Significação dos estudos
- 7.4 Imersão

## **8. Avaliação do conhecimento prévio**

- 8.1 Pré-requisitos
- 8.2 Elaboração
- 8.3 Exemplos

## **9. Flexibilidade**

- 9.1 Pré-teste e diagnóstico
- 9.2 Tarefa de decomposição
- 9.3 Tarefas repetitivas

## **10. Feedback**

- 10.1 *Feedback* de encorajamento
- 10.2 *Feedback* da exatidão
- 10.3 Aprendizagem sem falhas

A compilação dos critérios de usabilidade de materiais de aprendizagem digitais apresentada anteriormente tem por base as seguintes análises preparatórias: o mapeamento de sistemas e taxonomias desenvolvidas para a avaliação de materiais de aprendizagem digitais; a análise das teorias de aprendizagem adequadas como base para a avaliação; a compilação dos primeiros esboços dos critérios pedagógicos de usabilidade; e o teste dos primeiros esboços de critérios para a usabilidade pedagógica com exemplos empíricos (NOKELAINEN, 2006).

De acordo com Diaz *et al.* (2002), distante da qualidade da interface, os projetistas educacionais têm de testar se o sistema torna possível atingir as metas de aprendizagem e ensino para seus usuários. Nesta subseção são descritos alguns critérios orientados no sentido de alcançar uma utilidade educacional de sistemas educacionais hipermídia definidos como: abundância; integridade; motivação; estrutura do hipertexto; autonomia; competência e flexibilidade.

- **Abundância:** Este critério expressa o volume de informação incluída no sistema, os diferentes caminhos para alcançá-la, como por exemplo, o uso de *links* associativos e estruturais ou ferramentas de navegação como instrumentos de busca, mapas, índices, e assim por diante. Também abrange as diferentes formas de apresentação da informação disponibilizada ao usuário e os diferentes estilos de interações suportados. Estas duas últimas características tornam-se bastante relevantes nas aplicações de softwares no sentido de ir ao encontro dos diferentes tipos de necessidades de estudantes com diferentes habilidades, capacidades e estilos de aprendizagem.
- **Integridade:** Este critério define se o sistema possui conteúdo suficiente e mecanismos de interação para alcançar as metas educacionais de diferentes tipos de usuários. A integridade é bem diferente da abundância. Enquanto os outros apenas relatam o número de elementos incluídos no sistema, a integridade diz respeito a sua adequabilidade. Para ser considerada completa, uma aplicação de *software* educacional deve proporcionar ferramentas aos alunos e professores, pois possuem diferentes objetivos quanto ao uso do sistema. Por exemplo, sistemas educacionais devem proporcionar suporte aos diferentes tipos de atividades de aprendizagem, incluindo tarefas como leitura, escrita criativa, resolução de problemas e auto-

avaliação. É importante projetar o ambiente combinando atividades complementares, tais como: ativo-passivo, criativo-reactivo, exploratório-direcionado. Além disso, alguns suportes na comunicação entre alunos e professores podem ser necessários, particularmente se o sistema estiver implementado como uma aplicação *Web*, onde os usuários podem beneficiar-se das vantagens de um ambiente distribuído e de múltiplos usuários.

- **Motivação:** Outro aspecto importante para avaliar os sistemas educacionais é o caminho no qual os alunos estão motivados não somente pelo uso do sistema, mas também a aprender mais sobre o assunto a ser tratado. Para tanto, os estudantes precisam de atividades de auto-avaliação reforçadas com algum tipo de *feedback* que pode ajudá-los a auferir seus erros. A adaptação também pode ser usada como um recurso para aumentar a motivação dos alunos. Os mecanismos adaptativos ou as ferramentas personalizadas podem ser proporcionados para fazer com que a interface do sistema e suas funções estejam indo ao encontro do estilo de aprendizagem dos alunos.
- **Estrutura do hipertexto:** Este critério é orientado através da análise de propriedades estruturais do hipertexto usando-se parâmetros propostos por alguns autores. Neste caso, projetistas educacionais podem obter um número de medidas objetivas que podem ajudá-los a detectar *bugs* estruturais. Os parâmetros como a habilidade de alcance de um ponto múltiplo ou estrutura em módulos deveria ser satisfeita por qualquer hiperdocumento por razões óbvias, mas outros como a profundidade, o desequilíbrio, a impureza da estrutura ou a seqüencialidade têm de ser considerados de forma mais flexível, visto que não há evidências empíricas da necessidade de satisfazê-los para produzir uma aplicação usável.
- **Competência:** Está relacionada com a habilidade de navegar através dos sistemas e usá-los para o alcance de um objetivo específico. Este parâmetro deve ser analisado cuidadosamente de acordo com as características do usuário. Por exemplo, uma aplicação de *software* educacional deveria possuir diferentes níveis de uso para ir de encontro aos diferentes graus de experiência. Desta forma, os usuários iniciantes necessitam de pistas e mecanismos de assistência que acabam importunando os usuários mais experientes. De qualquer forma, mecanismos de ajuda interativos são

exigidos, e estas ajudas têm de serem contextuais, desta forma os usuários recebem a informação necessária em cada momento. Além disso, pode-se analisar como o sistema se adapta aos diferentes estilos de interação ou se o conteúdo é o apropriado para cada tipo de usuário.

- **Flexibilidade:** Flexibilidade (compatibilidade para a tarefa e o ambiente) está relacionada à facilidade de operar e manter o sistema. Em primeiro lugar, as dificuldades que os usuários encontrarão ao acessar o sistema devem ser analisadas incluindo aspectos técnicos (plataformas de *software* e hardware), assim como características físicas e pessoais (ex.: incapacidades, restrições de tempo, etc.). Os projetistas educacionais devem estudar os recursos de seus usuários para definir quando e onde o sistema será usado. Desta forma, as ferramentas educacionais baseadas na *Web* tornam-se altamente flexíveis desde que sejam plataformas independentes e que não haja restrições de tempo e distância. Em segundo lugar, a manutenção também deve ser considerada, e desta forma, o sistema deve ser construído em uma estrutura modular e bem organizada, de forma que melhorias futuras sejam fáceis e baratas de serem implementadas. Além disso, a arquitetura do sistema pode ser definida de tal forma que estes módulos possam ser reutilizados para diferentes aplicações de maneira que o esforço exigido para a construção de um novo curso possa ser consideravelmente reduzido.

## **CAPÍTULO 3 – CRITÉRIOS E QUESTÕES DE USABILIDADE TÉCNICA E PEDAGÓGICA**

### **3.1 DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS E QUESTÕES DE USABILIDADE TÉCNICA E PEDAGÓGICA**

Os critérios e heurísticas de avaliação da usabilidade para *e-learning* foram obtidos através do mapeamento dos critérios e heurísticas de usabilidade técnica e pedagógica dos autores Nokelainen (2006) e Ssemugabi (2006), conforme Anexos A e B respectivamente. As questões de usabilidade técnica referem-se às ferramentas e aos objetos de interação das interfaces e as questões de usabilidade pedagógica referem-se à realização das tarefas e atividades de aprendizagem. As questões que compõem a base de 72 questões de usabilidade técnica e pedagógica para a avaliação da usabilidade foram mapeadas através da síntese e adaptação das questões pela autora deste trabalho de tese. Algumas questões mostraram-se repetitivas quando da união das questões de ambos os autores *op. cit.*; portanto, estas foram excluídas ou adaptadas ao contexto de aplicação deste estudo.

Ssemugabi e De Villiers (2006) em seus estudos estabeleceram um conjunto de 20 critérios dentro de duas categorias de avaliação para aplicações em *Web-Based Learning* (WBL). As heurísticas de Nielsen formam a base da usabilidade geral da interface que foram adaptadas em heurísticas para os propósitos educacionais por Squires e Preece (1999). Outras fontes usadas para a formação de critérios pelos autores foram: Albion (1999); Jones *et al.* (1999); Karoulis e Pombortis (2003); Levi e Conrad (1996); Sneiderman e Plaisant (2005) e Storey *et al.* (2002).

Nokelainen (2006) criou um sumário de critérios obtidos através do modelo teórico de critérios de Squires e Preece (1996); de quatro modelos com heurísticas para checklists de Reeves (1994); Quinn (1996); Albion (1999); e Squires e Preece (1999); e ainda, de um

inventário de medidas subjetivas da satisfação do usuário final com aspectos pedagógicos de materiais digitais de aprendizagem de Horilla *et al.* (2002). Nokelainen (2006) também desenvolveu novos critérios para a avaliação da usabilidade pedagógica para materiais digitais de aprendizagem.

Ao realizar um mapeamento dos critérios e heurísticas obtidas através de Ssemugabi (2006) e Nokelainen (2006) a autora deste estudo realizou uma síntese e adaptação definindo três categorias de usabilidade com seus respectivos critérios, heurísticas e questões de usabilidade. A seguir são apresentadas as três categorias que serão utilizadas na metodologia desta pesquisa.

1. **Usabilidade geral da interface:** baseados em Nielsen e adaptados por Ssemugabi (2006) para o contexto de *e-learning*;
2. **Usabilidade técnica e pedagógica específicas para *websites*:** baseados em Ssemugabi (2006);
3. **Usabilidade pedagógica:** baseados em Nokelainen (2006) e nos critérios instrucionais de projeto centrado no aluno conforme Ssemugabi (2006).

As três categorias e seus respectivos critérios com a numeração das questões de usabilidade que compõem a base de questões de usabilidade técnica e pedagógica, podem ser verificadas no Quadro 5.

<b>Categorias e seus respectivos critérios</b>	<b>Questão de usabilidade</b>
<b>1. Usabilidade geral da interface</b>	
Visibilidade do status do sistema	13
Modelo do projetista e modelo do aluno, comparação entre o sistema e o mundo real	15, 16, 17, 18, 22
Controle do usuário e liberdade	23, 24
Consistência e aderência às normas	30, 31, 32, 33, 34, 35
Prevenção de erros	36, 37, 38
Flexibilidade e eficiência de uso	39, 40
Design estético e minimalista	41
Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros	42, 43, 44, 45, 67
Ajuda e documentação	3, 46, 47
<b>2. Usabilidade técnica e pedagógica específicas para <i>websites</i></b>	
Simplicidade de navegação, organização e estrutura	48, 49, 50, 51, 52
Relevância do conteúdo para a aprendizagem	53, 54, 55
<b>3. Usabilidade pedagógica</b>	
Atividade do aluno	1, 2, 4, 5
Controle do aluno	25, 26
Aprendizagem colaborativa e cooperativa	58, 59, 60, 61, 62, 63
Orientação a objetivos	6
Aplicabilidade	27, 29
Valor agregado	8, 9, 19, 20, 21
Avaliação do conhecimento prévio	7, 10, 11, 64
<i>Feedback</i>	12, 14
Clareza das metas, objetivos e saídas	56, 57
<i>Feedback</i> , orientação e avaliação	28
Contexto significativo ao domínio do aluno	65, 66, 68
Motivação, criatividade e aprendizagem ativa	69, 70, 71, 72

Quadro 5 – Critérios e respectivas questões de usabilidade técnica e pedagógica

A seguir são apresentadas as definições de cada critério que compõem as três categorias.

1) Critérios de usabilidade geral da interface:

- **Visibilidade do status do sistema:** o *website* mantém o usuário informado sobre o que está acontecendo através de um *feedback* apropriado, construtivo e em tempo

hábil. O sistema responde às ações iniciadas pelos usuários, isto é, não há ações inesperadas ou seqüência de entrada de dados entediantes;

- **Modelo do projetista e modelo do aluno, compatibilidade entre o sistema e o mundo real:** o sistema deve utilizar a linguagem do usuário, com palavras, frases e conceitos familiares ao usuário, ao invés de termos específicos de sistemas. Deve também seguir convenções do mundo real, fazendo com que a informação apareça em uma ordem lógica e natural;
- **Controle do usuário e liberdade:** os usuários freqüentemente escolhem as funções do sistema por engano e então necessitam de “uma saída de emergência” claramente definida para sair do estado não desejado sem ter que percorrer um longo diálogo, ou seja, é necessário suporte para “desfazer” e para “refazer”. Os usuários devem ter controle sobre o sistema;
- **Consistência e aderência às normas:** os usuários não deveriam imaginar se diferentes palavras, situações ou ações significam a mesma coisa. A interface deve ter convenções não-ambíguas;
- **Prevenção de erros:** é sempre melhor um projeto cuidadoso que primeiramente venha a prevenir a ocorrência do problema ao invés de boas mensagens de erros, que venha a eliminar ou verificar as condições passíveis de erros, e que também venha apresentar aos usuários uma opção de confirmação antes da execução da ação;
- **Flexibilidade e eficiência de uso:** a ineficiência nas tarefas pode reduzir a eficácia do usuário e causar-lhe frustração. O sistema deve ser adequado tanto para usuários inexperientes quanto para usuários experientes, e deve permitir aos usuários adaptarem freqüentemente suas ações;
- **Design estético e minimalista:** os diálogos não devem conter informações que sejam irrelevantes ou raramente usadas. Cada unidade de informação adicional em um diálogo compete com uma unidade relevante de informação e diminui sua visibilidade relativa;

- **Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros:** as mensagens de erros devem ser expressas em linguagem simples (sem códigos), indicando precisamente o problema e sugerindo construtivamente a solução.
- **Ajuda e documentação:** embora fosse melhor se o sistema pudesse ser usado sem uma documentação, pode ser necessário proporcionar ajuda e documentação. Quaisquer informações devem ser fáceis de procurar, apresentar foco na tarefa do usuário e listar passos concretos a serem seguidos sem serem muito extensos.

## 2) Critérios de usabilidade técnica e pedagógica específicas para *websites*:

- **Simplicidade de navegação, organização e estrutura:** o *website* deve proporcionar uma estrutura de navegação simples, para que os alunos possam saber sua localização dentro deste. Também devem apresentar opções de navegação para prosseguir, por exemplo, por meio de um *sitemap*. As opções de navegação devem ser limitadas no sentido de não sobrecarregar o aluno. Cada página deve apresentar os botões de navegação e *hiperlinks (links)* necessários, tais como, anterior (voltar), próxima e página principal (*homepage*). As informações devem estar organizadas de forma hierárquica, passando de gerais a específicas. As informações relacionadas devem ser colocadas em conjunto.
- **Relevância do conteúdo para a aprendizagem:** o *website* deve apresentar um conteúdo motivador, relevante, apropriado e claro aos alunos. Os materiais de aprendizagem devem especificar quais conteúdos estão protegidos por leis de direito autoral e quais não estão. Os conteúdos apresentados devem ser de autores consagrados pela revisão da literatura.

## 3) Critérios de usabilidade pedagógica:

- **Controle do aluno:** ao aprender um novo tópico deve-se considerar a sobrecarga de memória do aluno para que esta se mantenha em um nível adequado. Em geral, as pessoas podem ter de cinco a nove itens em sua memória de curto prazo, mas é difícil definir um nível universalmente adequado. Para tanto, torna-se de grande

auxílio fragmentar o material a ser aprendido em unidades significativas, isto é, estruturar o material em partes ou unidades de materiais de aprendizagem;

- **Atividade do aluno:** a didática utilizada pelo professor em uma situação de aprendizagem pode estruturar a atividade individual do aluno, e de modo correspondente, a atividade individual dos alunos pode aumentar quando o professor fica em segundo plano, como “um facilitador”. O material de aprendizagem pode afetar as tarefas que proporcionam a atividade ao aluno por serem interessantes e baseadas na vida real. Uma abordagem alternativa para estruturar o material é a aprendizagem baseada na resolução de problemas. Neste caso, o professor proporciona ao estudante uma quantidade exata de fontes de estudo, das quais os alunos, individualmente ou em grupos, constroem seus próprios conceitos a partir dos tópicos a serem aprendidos;
- **Aprendizagem colaborativa e cooperativa, motivação:** a aprendizagem colaborativa e cooperativa significa estudar com outros aprendizes para alcançar uma meta de aprendizagem em comum. De acordo com Barab e Duffy (2000) *apud* Nokelainen (2006), os alunos estão se afastando da metáfora de aquisição (isto é, adquirir conhecimento que é constituído de representações mentais simbólicas) para a metáfora de participação (isto é, o conhecimento que é considerado fundamental, situado na prática). Ao invés de adquirir conhecimento pessoal, os alunos constroem na prática o conhecimento como membros da comunidade. Na aprendizagem cooperativa a aprendizagem ocorre em grupos, nos quais os membros se reúnem e estruturam a informação. Neste caso o sistema ou material de aprendizagem deveria oferecer ferramentas do aluno que podem ser usadas para comunicar ou negociar diferentes abordagens a um problema de aprendizagem. Através do uso de materiais de aprendizagem baseados no computador é possível praticar a aprendizagem colaborativa, assim todos os estudantes estão conectados uns aos outros mesmo que a distância, como, por exemplo, através de grupos de discussão, fóruns e *chats*. Um sistema ou material de aprendizagem de suporte à construção do conhecimento cooperativo pode incluir, por exemplo, uma ferramenta gráfica na qual o aluno possa esboçar mapas mentais simultâneos do assunto estudado. Frequentemente tais sistemas também incluem ferramentas para a navegação socializada em que o aluno

obtem informações sobre o que os outros alunos têm feito (navegação social assíncrona) ou estão fazendo no momento (navegação social síncrona);

- **Orientação a objetivos:** como a aprendizagem é uma atividade orientada a metas, deve-se deixar bem claro aos alunos quais são as metas e os objetivos de aprendizagem a serem alcançados. As metas podem variar do concreto (por exemplo, as técnicas básicas de primeiros socorros) ao abstrato (material de aprendizagem direcionado ao desenvolvimento da apreciação de artes modernas). De acordo com a teoria de aprendizagem instrutivista, deve-se apresentar poucas metas de forma clara e específica. De acordo com a aprendizagem construtivista as metas devem ser claramente definidas, mas elas têm de se originar, tanto quanto possível dos próprios alunos. Se isto não ocorrer, os significados devem ser explicados a eles. Os estudantes devem ter a chance de fazer escolhas no que diz respeito ao andamento de seus estudos em função das metas de aprendizagem;
- **Aplicabilidade:** a abordagem utilizada no material de aprendizagem deve corresponder às habilidades que o aluno irá precisar diariamente na sua vida profissional. As habilidades do aluno ou o conhecimento aprendido devem ser transferíveis a outros contextos. O material de aprendizagem deve sempre estar em um nível apropriado do ponto de vista do aluno. Deve ser possível adaptar o material de aprendizagem conforme as necessidades dos alunos, por exemplo, perguntando periodicamente sobre o nível de dificuldade encontrada em relação ao material. Em um sistema dinâmico, isto se torna possível ao seguir o percurso das atividades do aluno, tais como o tempo para a realização de uma tarefa ou o número de erros que este cometeu, e adaptar futuras tarefas de acordo com tais informações. O material de aprendizagem deve ser planejado e executado em cooperação com os dois grupos de usuários finais (os professores e os alunos), pois os sistemas elaborados por especialistas raramente vão ao encontro das necessidades diárias sem necessitarem de modificações. Ao planejar o material de aprendizagem uma atenção especial pode ser dada àqueles aspectos que podem causar problemas aos alunos, por exemplo, a adoção de um novo conceito, ou a construção de estruturas de apoio que os alunos podem utilizar caso necessário. O sistema também pode observar a atividade do aluno e pró-ativamente oferecer dicas;

- **Valor agregado:** uma situação de aprendizagem formal e planejada pelo professor pode ser executada de várias formas, por exemplo, através das abordagens de aprendizagem cooperativas ou individuais direcionadas pelo professor ou por trabalhos em grupo ou práticas individuais. Quando os materiais de aprendizagem digital e os computadores são usados em uma situação de aprendizagem, espera-se que agreguem valor à aprendizagem, como por exemplo, comparados com materiais impressos e materiais produzidos pelo professor ou pelos alunos. O valor agregado é normalmente adicionado pelo uso criativo das possibilidades que o computador oferece, ou seja, arquivos de voz, imagens e vídeos, conforme as preferências dos alunos. Jansen *et al.* (2002) *apud* Nokelainen (2006) desenvolveram uma lista de aspectos de aprendizagem assistida por computador que oferece valores agregados. Tais aspectos são: adaptabilidade às necessidades individuais; número de opções; aprendizagem controlada pelo aluno, iniciada pelo aluno e apresentada na forma que o aluno desejar; conteúdos interessantes; desenvolvimento da comunicação; participação ativa dos estudantes. Na prática, a realização de todos os itens desta lista requer que o projetista do material de aprendizagem tenha habilidades e conhecimentos multidisciplinares, experiência e tempo para desenvolver o material de aprendizagem;
- **Avaliação do conhecimento prévio:** o material de aprendizagem que respeita o conhecimento prévio do aluno leva em conta as diferenças individuais de habilidades e conhecimentos o que incentiva os alunos a usarem o conhecimento prévio como vantagem durante seus estudos. Esta abordagem favorece aos alunos construírem elaborações e analisar suas relações quanto às elaborações de conhecimentos anteriores. Os materiais de aprendizagem assistidos por computador podem incluir vários “caminhos” pré-definidos, como por exemplo, a revisão de conceitos anteriores que são importantes para o entendimento do material atual. Desta forma, a importância do conhecimento prévio e cumulativo torna-se claro para o aluno;
- **Feedback:** o sistema ou material de aprendizagem deveria proporcionar ao estudante um *feedback* incentivador e imediato. O *feedback* incentivador aumenta a motivação para a aprendizagem e o *feedback* imediato ajuda os alunos a entender quais são as partes problemáticas em suas aprendizagens. O *feedback* imediato é particularmente importante nos materiais de aprendizagem que seguem a teoria behaviorista do

estímulo-resposta (WYLSO & MYERS, 2000 *apud* NOKELAINEN, 2006). A vantagem na interação do estudante com o computador é a de que o *feedback* pode ser dado imediatamente após a ação do aluno. Por outro lado, o *feedback* proporcionado pelo computador raramente é tão valioso e oportuno que possa dar suporte à aprendizagem por si só. Se do outro lado do diálogo está um colega, como no caso de um fórum de discussão para a aprendizagem do material, o *feedback* torna-se mais passível de prestar suporte à reflexão, dependendo, é claro, da qualidade de interação entre os colegas do grupo;

- **Clareza das metas, dos objetivos e das saídas:** as metas, os objetivos e as saídas devem estar claros e devem se referir aos objetivos de aprendizagem;
- **Feedback, orientação e avaliação:** além do *feedback* da interface do sistema, os alunos devem ter a possibilidade de dar e receber um *feedback* imediato e freqüente de suas atividades em relação ao conhecimento em construção. O sistema deve apresentar um *feedback* quantitativo, por exemplo, a classificação das atividades dos alunos, para que estes saibam qual o seu nível de desempenho. E ainda, os alunos devem ser orientados à medida que realizam as tarefas;
- **Contexto significativo ao domínio do aluno:** o conhecimento deve ser apresentado dentro de um contexto significativo e autêntico que proporcione suporte efetivo à aprendizagem. Tarefas autênticas (relevantes, motivantes e de interesse dos alunos) e contextualizadas devem ser usadas com preferência em tarefas abstratas. As representações devem ser compreensíveis e significativas, assegurando que os símbolos, ícones e denominações possam ser usadas de forma intuitiva pelo aluno dentro do contexto da tarefa de aprendizagem;
- **Motivação, criatividade e aprendizagem ativa:** o *website* deve apresentar conteúdos e funções interativas que mantenham os alunos motivados, proporcionando condições para a criatividade, como, por exemplo, atividades *online* com foco na prática do mundo real. Para promover o pensamento crítico e uma aprendizagem ativa, as tarefas devem exigir que os alunos classifiquem, analisem e façam deduções das informações apresentadas.

A base de questões de usabilidade técnica e pedagógica definidas para a aplicação da metodologia deste trabalho é apresentada no quadro a seguir.

1.	O material de aprendizagem é dividido em partes (seções), minha tarefa é aprendê-las em uma ordem pré-definida.
2.	As questões para a aprendizagem não seguem sempre o mesmo modelo para suas resoluções.
3.	Os <i>links</i> para outras fontes são de grande auxílio para minha aprendizagem.
4.	Esqueci de tudo o que estava acontecendo ao meu redor e de quanto tempo se passou.
5.	Estou orgulhoso das minhas soluções para os exercícios apresentados. Sinto que fiz algo significativo.
6.	O material de aprendizagem avalia meus desempenhos com classificações (notas) de minhas atividades.
7.	É mais útil aprender tópicos com este material no computador do que com livros em sala de aula.
8.	É rápido e fácil o aprendizado de um novo tópico ou o recapitular de um tópico anterior.
9.	Este material exige que eu tenha conhecimentos de outro material de aprendizagem anterior.
10.	Este material de aprendizagem não me deixa prosseguir para o próximo ponto ou exercício antes de ter respondido corretamente a cada questão.
11.	Os programas utilizados (calculadora, exercícios, jogos, etc.) são simples e práticos de usar.
12.	Quando erro a solução de uma tarefa, o programa me envia um aviso amigável.
13.	O <i>feedback</i> (aviso/resposta dado pelo sistema) é imediato.
14.	Recebo <i>feedback</i> (aviso) motivador.
15.	A linguagem usada é natural. Os termos, frases, conceitos são similares àqueles usados no meu dia-a-dia ou no ambiente de estudo.
16.	Não são usados jargões no <i>site</i> (jargão significa uma abreviatura ou uma expressão técnica desenvolvida e usada por um grupo de pessoas).
17.	Não fico confuso com a forma com que os símbolos, ícones, imagens são usados.
18.	A metáfora usada corresponde aos objetos ou conceitos do mundo-real, por exemplo, o ícone para salvar se parece com um disquete.
19.	As imagens ajudam a aprender.
20.	Os sons ajudam a aprender.
21.	As animações ajudam a aprender.
22.	As informações são organizadas em uma ordem natural e lógica.
23.	Sinto como se eu estivesse no controle da minha própria aprendizagem ao interagir com o <i>site</i> .
24.	Eu posso usar meus próprios caminhos para encontrar o que eu quero aprender dentro do <i>site</i> .
25.	Tenho de lembrar muitas coisas ao mesmo tempo. Gostaria de usar o papel para escrever algumas anotações.
26.	Cada página apresenta todos os botões de navegação ou <i>hyperlinks</i> necessários, tais como, anterior (voltar), próxima e página inicial ( <i>homepage</i> ).

## Continuação do Quadro 6...

27.	Este material de aprendizagem dá inicialmente um exemplo de exercício com uma solução correta.
28.	Gosto de aprender com questões de exemplo e suas soluções.
29.	Este material de aprendizagem ensina habilidades e conhecimentos que necessitarei no futuro.
30.	A mesma forma de apresentação e organização do conteúdo é usada em todo <i>site</i> .
31.	As informações são apresentadas em um formato que os torna fácil de aprender.
32.	As cores são usadas da mesma forma em todo o <i>site</i> .
33.	Os gráficos, ícones e imagens são usados da mesma forma em todo o <i>site</i> .
34.	Os menus são apresentados da mesma forma em todo o <i>site</i> .
35.	Os <i>links</i> das páginas correspondem aos títulos das páginas as quais estão vinculadas.
36.	A qualquer hora que um erro é cometido uma mensagem de erro é apresentada.
37.	Sou requisitado a confirmar minhas ações antes de levar adiante ações “perigosas” como a de “apagar”.
38.	Acho fácil entrar com informações no sistema.
39.	O <i>site</i> guia os usuários experientes através de atalhos em forma de abreviações, questões especiais, macros e comandos escondidos.
40.	Este material de aprendizagem apresenta muitas tarefas parecidas e repetitivas.
41.	As caixas de diálogo proporcionam informações adequadas ao desempenho das tarefas.
42.	As mensagens de erros indicam precisamente qual é o problema.
43.	As mensagens de erro indicam um procedimento para a correção do erro.
44.	Se um erro de digitação (dados) resulta em um erro, não preciso digitar novamente o comando por inteiro, mas reparar somente a parte errada.
45.	O <i>site</i> proporciona uma rápida mudança de ação através dos comandos de Desfazer ( <i>Undo</i> ) e Refazer ( <i>Redo</i> ).
46.	A ajuda <i>online</i> e o glossário (recursos de ajuda) são úteis.
47.	Os recursos de ajuda são fáceis de usar.
48.	Sei onde estou e quais opções seguir, isto é, o que concluí e o que ainda devo fazer.
49.	Há <i>links</i> que levam aos tópicos de estudos (seções) dentro da mesma página.
50.	As cores para os <i>links</i> são consistentes com as convenções da <i>Web</i> , isto é, <i>links</i> não visitados em azul e os visitados em vermelho ou roxo.
51.	As informações importantes são colocadas no topo da página.
52.	Não preciso rolar (barra de rolagem) várias páginas para encontrar as informações que procuro.
53.	O conteúdo mantém minha atenção.
54.	O conteúdo está no nível apropriado de meu entendimento.
55.	Estão definidos quais são os materiais protegidos por leis de direito autoral e quais não são.
56.	Obtenho informações atualizadas no quadro de avisos.
57.	O calendário proporciona informações úteis.
58.	Gosto de atividades em grupo, tais como, um projeto em grupo e a colaboração na resolução de problemas.

Continuação do Quadro 6...

59.	A colaboração com outros alunos, introduzida ou apoiada pelo sistema, permite-me aprender.
60.	Ao interagir com os outros alunos e o professor, eu gostaria que o professor agisse como um parceiro, guia, e não como um controlador.
61.	Embora eu tenha a ferramenta de e-mail proposta pela instituição, eu ainda necessito ter a ferramenta de e-mail dentro do aplicativo.
62.	Gosto de participar do fórum de discussão acadêmico com outros alunos.
63.	É agradável usar o material de aprendizagem com outro estudante no mesmo computador.
64.	Posso salvar meu trabalho neste material de aprendizagem e usar ou avaliar o trabalho dos outros alunos.
65.	O <i>site</i> me permite planejar, avaliar e questionar minhas habilidades de aprendizagem.
66.	Este <i>site</i> me encoraja a aplicar as habilidades de aprendizagem nas situações práticas da vida.
67.	Quando eu obtenho respostas erradas aos problemas proporcionados pelo sistema, as soluções oferecidas pelo sistema ajudam-me a aprender.
68.	São empregadas tarefas autênticas e contextualizadas (tarefas práticas), mais do que instruções abstratas (conceitos teóricos).
69.	O material de aprendizagem me faz querer aprender, sinto-me motivado.
70.	Gosto de fazer auto-avaliações neste <i>site</i> .
71.	Gosto do visual e da atmosfera deste <i>site</i>
72.	Gosto dos testes e jogos no <i>site</i> .

Quadro 6 – Base de questões de usabilidade técnica e pedagógica

### 3.2 GRAUS DE SEVERIDADE DAS QUESTÕES DE USABILIDADE

A classificação do grau de severidade, de acordo com a prioridade de correção, das questões de usabilidade conforme Nielsen (2006) em relação ao seu impacto sobre o usuário são as seguintes:

- **Severidade Alta:** os problemas impõem um custo e/ou perda inaceitável, por impedir o uso do *site* pelos usuários ou por efetivamente conduzi-los a sair do *site*;
- **Severidade Média:** causam confusão e frustração aos usuários. Há perda da qualidade de interação;

- **Severidade Baixa:** os problemas são estéticos ou irritantes, mas os usuários conseguem contornar o problema.

Conforme Nielsen (2005) as classificações dos graus de severidade de um único avaliador não são confiáveis. Quanto mais avaliadores são convidados a julgar a severidade dos problemas de usabilidade, mais rapidamente a qualidade da média da classificação de severidade aumenta, mas Nielsen (2005) define que a média de um conjunto de classificações de três avaliadores mostra-se satisfatória para muitas propostas práticas.

Os graus de severidade, ou seja, a importância da questão de usabilidade em relação ao seu impacto sobre a realização das tarefas pelo usuário foram classificados pelos seguintes avaliadores: a pesquisadora do presente trabalho de tese Doris Simone Reitz com formação acadêmica na área de Ergonomia; o professor Roberto Cabral de Mello Borges, doutorando no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE) com formação acadêmica na área de Ciências da Computação; e a professora Cíntia Inês Boll, doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE) com formação acadêmica na área da Educação. Cada avaliador classificou cada uma das 72 questões da base de questões de usabilidade técnica e pedagógica atribuindo o grau de severidade alto, médio ou baixo à questão. O resultado final da classificação do grau de severidade de cada questão foi definido seguindo os seguintes critérios:

- se todos os avaliadores atribuíram o mesmo grau de severidade, a questão foi definida pela classificação unânime dos três avaliadores;
- se dois avaliadores atribuíram o mesmo grau e outro avaliador um grau diferente, a questão foi definida pela classificação atribuída pelos dois avaliadores dentre os três;
- se cada avaliador atribuiu um grau distinto de severidade, a questão foi definida pelo grau de intermediário aos três, ou seja, o grau de severidade média.

O resultado final da classificação do grau de severidade de cada questão das 72 questões que compõem a base de questões de usabilidade técnica e pedagógica é apresentado no Anexo C.

Os graus de severidade das questões de usabilidade foram tabulados no sentido de apresentar a distribuição dos mesmos em relação às três categorias de critérios da lista de base de questões de usabilidade que compõem um total de 72 questões. Pode-se verificar que em relação ao número total de questões, 55,55% (40 questões) apresentam severidade média; 25% (18 questões) apresentam severidade baixa e 19,45% (14 questões) apresentam severidade alta. A categoria de critérios e questões de usabilidade geral da interface (categoria 1) apresenta o maior índice, ou seja, 50% (7 questões) de questões de severidade alta em comparação às outras duas categorias. Já a categoria de critérios e questões de usabilidade pedagógica (categoria 3) apresentou o maior índice, isto é, 47,5% (19 questões) de severidade média e 66,66% (12 questões) de severidade baixa, comparadas às outras categorias.

Tabela 1 – Classificação dos graus de severidade das questões de usabilidade

Categoria dos Critérios	Total de questões	Grau de Severidade					
		Alto		Médio		Baixo	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
1. Geral	27	7	50	16	40	4	22,22
2. <i>Websites</i>	8	1	7,15	5	12,5	2	11,11
3. Pedagógica	37	6	42,85	19	47,5	12	66,66
Total	72	14	19,45	40	55,55	18	25

## CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA

Este capítulo aborda os procedimentos metodológicos para avaliar o impacto da usabilidade sobre o desempenho dos alunos por meio de um material de aprendizagem disponibilizado na *Web*.

### 4.1 PERFIL DOS PARTICIPANTES

Os participantes podem ser definidos como reais, os quais efetivamente utilizam a interface como parte de seu trabalho, ou representativos, os quais possuem características correlatas ao público-alvo, mas que não fazem parte deste diretamente.

Para os experimentos deste estudo será utilizada uma amostra de participantes reais de duas turmas de nível técnico profissionalizante do Curso Técnico de Redes de Computadores – Módulo I, da Escola de Educação Profissionalizante SENAI Porto Alegre, nos períodos da manhã e tarde. Os alunos que participaram do experimento já possuem experiência prévia quanto às ações requeridas na interação com *websites* na *Web*, tanto para o alcance das expectativas quanto à aprendizagem como por estarem aptos a identificarem alguns problemas de usabilidade decorrentes de necessidades não supridas ou dificuldades eventualmente encontradas.

### 4.2 CONDIÇÕES CONTROLADAS NA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

As avaliações foram realizadas em uma sala de laboratório da Escola de Educação Profissional SENAI Porto Alegre. Desta forma, puderam ser empregadas condições controladas para os grupos, tais como a homogeneidade da amostra (perfil do usuário, idade,

gênero); a configuração de *hardware* e *software* (resolução da tela, tamanho da tela); acesso ao curso ao mesmo tempo; e contexto educacional prescrito. As condições controladas empregadas foram utilizadas no sentido de eliminar o impacto de qualquer variável secundária ao desempenho dos aprendizes.

#### 4.3 CONTEXTO DO EXPERIMENTO

Os instrumentos de avaliação foram aplicados no laboratório de informática da Escola de Educação Profissional SENAI Porto Alegre, do Curso Técnico em Rede de Computadores - Módulo I. O total de participantes foi de 59 alunos divididos em duas turmas, 29 alunos da turma do período da manhã e 30 alunos do período da tarde. Neste contexto, 14 alunos no horário das 08h00min às 09h45min e 15 alunos no horário das 13h30min às 15h15min constituíram o grupo A, e 15 alunos no horário das 10h00min às 11h45min e 15 alunos no horário das 15h30min às 17h15min constituíram o grupo B.

O tempo total da aplicação do experimento foi dividido nas seguintes etapas: 10 minutos para instruções gerais aos alunos sobre o experimento; 30 minutos para a interação com o material de aprendizagem por meio do *website* definido; 30 minutos para a realização do teste de desempenho em formato impresso e com o auxílio da calculadora; 20 minutos para o preenchimento do questionário de avaliação da usabilidade em formato impresso.

#### 4.4 MATERIAL DE APRENDIZAGEM

O material de aprendizagem com o conteúdo programático da aula foi disponibilizado no *website* de URL: <<http://www.dorisreitz.br-web.com>>. O conteúdo programático elaborado para o experimento abordava dois tópicos do conteúdo sobre Meios Físicos para Rede de Computadores, os quais foram: Unidades de Medidas em Informática e Cálculo de Arquivos de Imagens (Resolução x Cor).

Duas versões do material de aprendizagem foram elaboradas, uma para o grupo A e outra para o grupo B. Ambas as versões continham o mesmo conteúdo programático. O diferencial quanto aos materiais de aprendizagem diz respeito ao emprego ou não de condições de usabilidade técnica e pedagógica. O material de aprendizagem do grupo B foi

elaborado a partir das inspeções e melhorias nas interfaces do material do grupo A. Tal inspeção baseou-se em uma lista de verificação de 72 questões de usabilidade técnica e pedagógica, das quais 47 eram aplicáveis ao material proposto para o experimento. A definição da aplicabilidade se baseou na verificação da presença de elementos, atributos e características das interfaces. O resultado da inspeção por meio de lista de verificação serviu para definir quais as condições de usabilidade técnica e pedagógica deveriam ser implementadas para o material do grupo B, e também para definir o questionário de avaliação da usabilidade constituído de 47 questões, abordado no item 5.6 a seguir. As diferenças propostas nos materiais de aprendizagem têm por objetivo constatar a aplicabilidade ou não da usabilidade técnica e pedagógica para a elaboração de materiais de aprendizagem em *e-learning*.

Os aspectos de interface implementados para distinguir os materiais de aprendizagem contemplaram as questões de usabilidade técnica e pedagógica do questionário de avaliação da usabilidade. Tais aspectos dizem respeito ao uso de textos contínuos ao invés de blocos de informações; distinções entre os títulos de tópicos e sub-tópicos; contraste entre as cores do texto e do fundo da página; compreensibilidade dos ícones (correspondência ao mundo real); descrição textual dos ícones; consistência dos *links* de acordo com as convenções *Web*; uso excessivo da barra de rolagem ao invés do uso de *links* que levam aos tópicos de estudo (seções) dentro da mesma página; emprego de avisos amigáveis em mensagens textuais; indicação de problemas através das mensagens de erros; mensagens com classificações de desempenho e textos motivantes; botões ou *hiperlinks* necessários à navegação; *links* das páginas correspondentes aos títulos das páginas às quais estão vinculadas; informações importantes disponibilizadas no topo da página (sumário); identificação dos materiais protegidos por lei de direito autoral, entre outros. Estas diferenças podem ser verificadas através das ilustrações do *website* elaborado para cada grupo, conforme apresentado nos Anexos D e E..

#### 4.5 TESTE DE DESEMPENHO

Os aprendizes realizaram suas tarefas de aprendizagem determinadas no material de aprendizagem para com a aula disponibilizada no *website* durante o tempo de 30 minutos, sendo que o acesso à aula foi disponibilizado somente no tempo estipulado. Esta foi uma

forma de se estabelecer um parâmetro controlado da interação dos aprendizes, evitando que alguns alunos viessem a desempenhar uma melhor aprendizagem por terem interagido por mais tempo com o material, visto que o objetivo do experimento foi o de responder se a interação com um ambiente com boa usabilidade pedagógica e técnica implementada apresentou resultados mais satisfatórios quanto ao desempenho dos alunos. Ou seja, se a aprendizagem foi influenciada pelo uso de uma interface que considerou o uso da usabilidade técnica e pedagógica como forma de melhoria na interação do aluno com o conteúdo apresentado, facilitando assim a aprendizagem. Desta forma, não houve interesse em avaliar a capacidade de aprendizagem do aprendiz por si só.

Nenhuma informação foi fornecida aos aprendizes no sentido de como realizar o teste de avaliação de desempenho. O teste de desempenho teve a duração de 30 minutos e foi preenchido em formato impresso. Nenhum aprendiz teve acesso prévio ao conteúdo, portanto nenhuma interação anterior foi disponibilizada. Também não foi permitido o uso de qualquer material auxiliar de estudo como forma de controlar as possíveis interferências.

#### 4.6 QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA USABILIDADE

A escolha da técnica de avaliação através de um questionário de avaliação da usabilidade entre outras está relacionada com as seguintes questões:

- o questionário proporciona uma medida de usabilidade quantitativa que tem como objetivo comparar os materiais de aprendizagem em diferentes níveis de usabilidade, e a correlação desta com o desempenho do aluno;
- a técnica é amplamente aceita como um teste de usabilidade conciso e é amplamente utilizada;
- a técnica é adequada a usuários finais, ou seja, especificamente estudantes, o que pode ser confirmado pela quantidade de alunos que respondem ao questionário;

- os questionários são baseados na filosofia de que a melhor forma de encontrar os problemas de usabilidade de um sistema é perguntando aos usuários suas opiniões sobre o sistema.

As desvantagens na aplicação da avaliação da usabilidade por meio de questionário são: a possibilidade de ocorrer uma baixa taxa de respostas pelos usuários; a grande demanda de tempo necessária para compilar os dados; e ainda, a complexidade dos dados para a análise.

As questões apresentadas no questionário de avaliação da usabilidade respondido pelos alunos foram definidas a partir da inspeção por meio de uma lista de verificação inspecionada pelo avaliador, ou seja, a autora deste estudo. Para a lista de verificação foram utilizadas as 72 questões que compõem a base de questões de usabilidade técnica e pedagógica. Cada questão foi inspecionada no sentido de verificar sua aplicabilidade em relação ao material de aprendizagem desenvolvido para o experimento. As questões foram consideradas aplicáveis ou não aplicáveis conforme a presença ou não do objeto de interação, função ou característica da interface do material de aprendizagem para o caso da usabilidade técnica; e da tarefa ou atividade de aprendizagem no caso da usabilidade pedagógica. As 47 questões consideradas aplicáveis através da lista de verificação foram utilizadas para compor o questionário de avaliação da usabilidade que foi respondido pelos alunos. O questionário também apresentou uma questão aberta no sentido de permitir aos alunos expressarem livremente suas dificuldades em relação à interação para com o material de aprendizagem disponibilizado.

O questionário de avaliação da usabilidade do material de aprendizagem foi idêntico para ambos os grupos A e B, conforme é mostrado no anexo F. Os alunos responderam às questões em formato impresso por um período máximo de tempo de 20 minutos, logo após a finalização do teste de desempenho. As respostas foram apresentadas em Escala de Likert com pontuação de 1 a 5, que seguem correspondentemente os seguintes itens de respostas: Discordo Totalmente (1 ponto); Discordo Parcialmente (4 pontos); Talvez (3 pontos); Concordo Parcialmente (2 pontos); e Concordo Totalmente (5 pontos). Através do valor atribuído a cada questão foi possível quantificar a concordância ou discordância dos alunos quanto aos aspectos específicos de usabilidade técnica e pedagógica. Quanto mais alto foi a

concordância com a questão de usabilidade respondida pelo aluno, mais importante esta questão foi considerada e portanto, apresentou um maior nível de usabilidade técnica ou pedagógica.

No quadro 7 são apresentados os critérios que correspondem às 47 questões de usabilidade técnica e pedagógica.

<b>Critério</b>	<b>Questão de usabilidade</b>
<b>1. Usabilidade geral da interface</b>	
Visibilidade do status do sistema	11
Modelo do projetista e modelo do aluno, comparação entre o sistema e o mundo real	13, 14, 16
Controle do aluno e liberdade	17, 18
Consistência e aderência às normas	24, 25, 26, 27
Prevenção de erros	28, 29
Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros	30, 31, 32
<b>2. Usabilidade técnica e pedagógica específicas para <i>websites</i></b>	
Simplicidade de navegação, organização e estrutura	33, 34, 35, 36, 37
Relevância do conteúdo para a aprendizagem	38, 39, 40
<b>3. Usabilidade pedagógica</b>	
Atividade do aluno	1, 2, 3, 4
Controle do aluno	19, 20
Orientação a objetivos	5
Aplicabilidade	21, 23
Valor agregado	6, 9, 15
Avaliação do conhecimento prévio	7, 8
<i>Feedback</i>	10, 12
<i>Feedback</i> , orientação e avaliação	22
Contexto significativo ao domínio do aluno	41, 42, 43
Motivação, criatividade e aprendizagem ativa	44, 45, 46, 47

Quadro 7 – Critérios e questões de usabilidade do experimento

No sentido de facilitar a análise e reconhecimento das questões de usabilidade referentes a cada uma das três categorias de critérios, estas são descritas no quadro a seguir segundo a categoria ao qual pertencem.

<b>Categoria 1- Usabilidade geral da interface</b>
11. O <i>feedback</i> (aviso/resposta dado pelo sistema) é imediato.
13. A linguagem usada é natural. Os termos, frases, conceitos são similares àqueles usados no meu dia-a-dia ou no ambiente de estudo.
14. Não fico confuso com a forma com que os símbolos, ícones, imagens são usados.
16. As informações são organizadas em uma ordem natural e lógica.
17. Sinto como se eu estivesse no controle da minha própria aprendizagem ao interagir com o site.
18. Eu posso usar meus próprios caminhos para encontrar o que eu quero aprender dentro do site.
24. A mesma forma de apresentação e organização do conteúdo é usada em todo site.
25. As informações são apresentadas em um formato que os torna fácil de aprender.
26. As cores são usadas da mesma forma em todo o site.
27. Os <i>links</i> das páginas correspondem aos títulos das páginas as quais estão vinculadas.
28. A qualquer hora que um erro é cometido uma mensagem de erro é apresentada.
29. Acho fácil entrar com informações no sistema.
30. As mensagens de erros indicam precisamente qual é o problema.
31. As mensagens de erro indicam um procedimento para a correção do erro.
32. Se um erro de digitação (dados) resulta em um erro, não preciso digitar novamente o comando por inteiro, mas reparar somente a parte errada.
<b>Categoria 2 – Usabilidade técnica e pedagógica específicas para <i>websites</i></b>
33. Sei onde estou e quais opções seguir, isto é, o que concluí e o que ainda devo fazer.
34. Há <i>links</i> que levam aos tópicos de estudos (seções) dentro da mesma página.
35. As cores para os <i>links</i> são consistentes com as convenções da <i>Web</i> , isto é, <i>links</i> não visitados em azul e os visitados em vermelho ou roxo.
36. As informações importantes são colocadas no topo da página.
37. Não preciso rolar (barra de rolagem) várias páginas para encontrar as informações que procuro.
38. O conteúdo mantém minha atenção.
39. O conteúdo está no nível apropriado de meu entendimento.
40. Estão definidos quais são os materiais protegidos por leis de direito autoral e quais não são.
<b>Categoria 3 – Usabilidade Pedagógica</b>
1. O material de aprendizagem é dividido em partes (seções), minha tarefa é aprendê-las em uma ordem pré-definida.
2. As questões para a aprendizagem não seguem sempre o mesmo modelo para suas resoluções.
3. Esqueci de tudo o que estava acontecendo ao meu redor e de quanto tempo se passou.
4. Estou orgulhoso das minhas soluções para os exercícios apresentados. Sinto que fiz algo significativo.
5. O material de aprendizagem avalia meus desempenhos com classificações (notas) de minhas atividades.
6. É mais útil aprender tópicos com este material no computador do que com livros em sala de aula.
7. Este material exige que eu tenha conhecimentos de outro material de aprendizagem anterior.
8. Este material de aprendizagem não me deixa prosseguir para o próximo ponto ou exercício antes de ter respondido corretamente a cada questão.
9. Os programas utilizados (calculadora, exercícios, jogos, etc.) são simples e práticos de usar.

Continuação do Quadro 10...

10. Quando erro a solução de uma tarefa, o programa me envia um aviso amigável.
12. Recebo <i>feedback</i> (aviso) motivador.
15. As imagens ajudam a aprender.
19. Tenho de lembrar muitas coisas ao mesmo tempo. Gostaria de usar o papel para escrever algumas anotações.
20. Cada página apresenta todos os botões de navegação ou hiperlinks necessários, tais como, anterior (voltar), próxima e página inicial (homepage).
21. Este material de aprendizagem dá inicialmente um exemplo de exercício com uma solução correta.
22. Gosto de aprender com questões de exemplo e suas soluções.
23. Este material de aprendizagem ensina habilidades e conhecimentos que necessitarei no futuro.
41. O site me permite planejar, avaliar e questionar minhas habilidades de aprendizagem.
42. Este site me encoraja a aplicar as habilidades de aprendizagem nas situações práticas da vida.
43. São empregadas tarefas autênticas e contextualizadas (tarefas práticas), mais do que instruções abstratas (conceitos teóricos).
44. O material de aprendizagem me faz querer aprender, sinto-me motivado.
45. Gosto de fazer auto-avaliações neste site.
46. Gosto do visual e da atmosfera deste site.
47. Gosto dos testes e jogos no site.

Quadro 8 – Questões de usabilidade ordenadas conforme os critérios

#### 4.6.1 Graus de severidade das questões de usabilidade do questionário

Os graus de severidade referentes a cada uma das 47 questões do questionário de avaliação da usabilidade são apresentados no Anexo G. Pode-se verificar a distribuição dos graus de severidade em relação às três categorias de critérios e questões de usabilidade na tabela 2. Em relação ao número total de 47 questões, verificou-se que 57,45% (27 questões) apresentam severidade média; 23,40% (11 questões) apresentam severidade alta e 19,15% (9 questões) apresentam severidade baixa. A categoria de critérios e questões de usabilidade geral da interface (categoria 1) apresentou o maior índice, isto é, 33,33% (5 questões) de severidade alta em comparação às outras duas categorias. A categoria de usabilidade técnica e pedagógica específicas para *websites* educacionais apresentou os maiores índices de severidade média, ou seja, 62,5% (5 questões), e de severidade baixa, 25% (25 questões) em relação às outras categorias.

Tabela 2 – Classificação dos graus de severidade das questões do experimento

Categoria dos Critérios	Total de questões	Grau de Severidade					
		Alto		Médio		Baixo	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
1. Geral Interface	15	5	33,33	8	53,34	2	13,33
2. Para <i>Websites</i>	8	1	12,5	5	62,5	2	25
3. Pedagógica	24	5	20,83	14	58,34	5	20,83
Total	47	11	23,40	27	57,45	9	19,15

#### 4.7 FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA

Os procedimentos da metodologia são ilustrados na tabela a seguir.

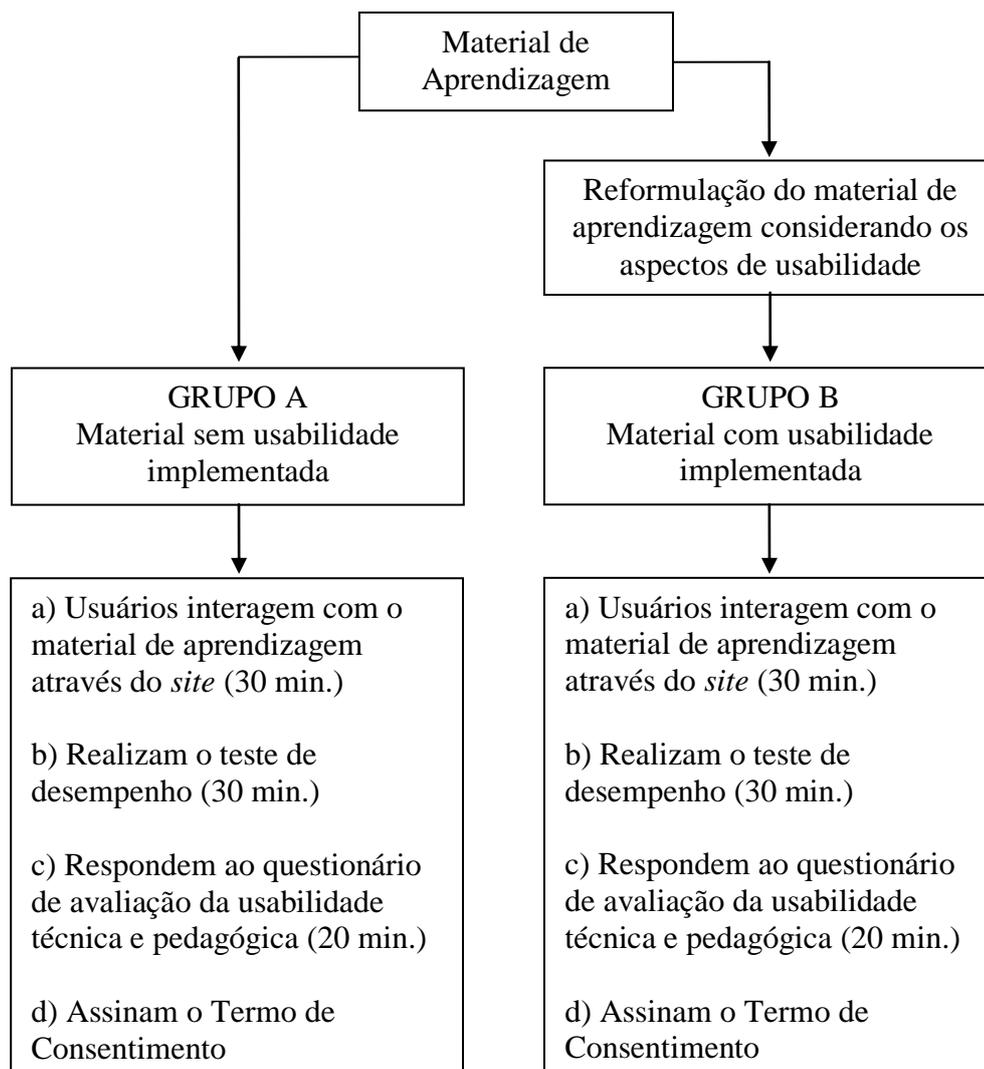


Figura 5 - Fluxograma dos procedimentos da metodologia

#### 4.8 CARTA DE INFORMAÇÃO E TERMO DE CONSENTIMENTO

A Carta de Informação ao Sujeito de Pesquisa teve por objetivo esclarecer aos alunos, assim como à Instituição, sobre o assunto da pesquisa, que instrumentos de coleta de dados seriam utilizados e os tempos de duração utilizados em cada atividade. Também foram apresentadas informações quanto à identificação da pesquisadora e a instituição na qual cursa o doutorado. Foram abordadas as questões quanto ao sigilo absoluto sobre as questões respondidas pelos alunos e também sobre o nome dos participantes, esclarecendo que a pesquisa tinha finalidade acadêmica. A Carta de Informação ao Sujeito de Pesquisa e a Carta de Informação à Instituição são apresentados nos anexos H e I, respectivamente.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi apresentado na mesma página da Carta de Informação e possui um campo para o preenchimento do nome do aluno ou do nome do representante da instituição. Através deste termo, o participante firmou seu consentimento quanto à concordância em participar da pesquisa proposta após sua assinatura. Ambos são apresentados nos anexos H e I, respectivamente.

#### 4.9 HIPÓTESE A SER TESTADA

Com a finalidade de testar a hipótese de que o nível de usabilidade de uma interface educacional possa afetar o desempenho na aprendizagem foram realizadas avaliações quanto ao desempenho dos alunos em relação ao material de aprendizagem proposto. O material de aprendizagem possuía o mesmo conteúdo programático em ambos os grupos (A e B), mas diferentes níveis de usabilidade. No grupo A, o material de aprendizagem foi apresentado em condições que não atenderam a usabilidade técnica e pedagógica, e no grupo B o material atendia às condições de usabilidade, tanto técnica como pedagógica. Ao se avaliar os resultados obtidos através das médias dos desempenhos dos alunos quanto aos dois materiais estudados em diferentes condições de usabilidade verificou-se qual das duas condições do experimento proporcionou um maior desempenho aos alunos.

#### 4.10 RESULTADOS ESPERADOS

No comparativo dos resultados obtidos através do teste de desempenho e do questionário de avaliação da usabilidade entre os grupos A e B teve-se como objetivo verificar se a implementação de uma boa usabilidade técnica e pedagógica interferiu no desempenho da aprendizagem dos alunos. Assim, a média dos resultados obtidos através do questionário de avaliação da usabilidade preenchido pelos alunos foi comparada à média dos resultados obtidos no teste de desempenho, no sentido de estabelecer uma correlação entre as condições de usabilidade e o desempenho; além de verificar quais os critérios de usabilidade foram considerados mais críticos sob o ponto de vista dos alunos.

Também foi avaliado o impacto das tarefas através do comparativo dos resultados obtidos através dos testes de desempenhos obtidos pelos grupos A e B, verificando os efeitos da finalização de tarefas no desempenho do aluno em relação ao número de questões respondidas.

#### 4.11 ESTUDO PILOTO

No sentido de revisar a aplicação da metodologia, um estudo piloto foi realizado através de uma amostra de 16 alunos, sendo que 8 participaram do experimento do grupo A e outros 8 participaram do grupo B. Os experimentos utilizados na metodologia foram: o material de aprendizagem em condições distintas de usabilidade (Grupo A e B), o questionário de avaliação da usabilidade e o teste de desempenho.

O estudo piloto foi testado pela pesquisadora deste estudo na disciplina de Projeto de Implementação de Hiperdocumentos, ministrada pelo professor Dr. José Valdeni de Lima no Curso de Bacharelado em Ciências da Computação (BCC) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A disciplina tem por objetivos abordar conhecimentos relativos à introdução dos aspectos inerentes ao problema da gerência de hiperdocumentos levando em conta o enfoque de hipertexto e de banco de dados. Também possui como finalidade proporcionar o aprendizado do método de projeto de hiperdocumentos ao apresentar novos métodos para o armazenamento e recuperação de hiperdocumentos. O tempo de duração de cada aula é de 1 hora e 50 minutos.

Para os experimentos deste estudo utilizou-se uma amostra de participantes reais de nível universitário que já possuíam experiência prévia quanto às ações requeridas na interação com o Ambiente Virtual de Aprendizagem TelEduc e quanto à navegação na Internet, no sentido de isolar quaisquer interferências quanto à realização das atividades específicas no material de aprendizagem avaliado.

Os alunos da turma INF 01020 do segundo semestre de 2008 realizaram o *login* no Ambiente Virtual de Aprendizagem TelEduc e interagiram com o conteúdo do material de aprendizagem que aborda Real Text. A partir do TelEduc foi disponibilizado o endereço do *website* para a interação com o material de aprendizagem. Após a interação de 30 minutos com a material de aprendizagem disponibilizado na *Web*, os alunos retornam a interagir com o TelEduc respondendo em 30 minutos ao teste de desempenho, e após este período, responderam em 20 minutos ao questionário de avaliação da usabilidade. Os resultados dos testes de desempenho assim como os resultados dos questionários de usabilidade foram gravados pelos alunos em seus portfólios individuais no TelEduc, sendo selecionada a opção de disponibilizar o material somente com os formadores da disciplina.

Os alunos não encontraram dificuldades em interagir com os materiais de aprendizagem ou realizar o teste de desempenho, sendo que todos responderam ao teste de desempenho. Já o questionário de avaliação da usabilidade foi respondido por somente cinco alunos do grupo A, deste modo, a média dos questionários foi calculada considerando-se somente os cinco questionários respondidos. Todos os alunos do grupo B responderam ao questionário de avaliação da usabilidade. Este constituía 49 questões de avaliação de usabilidade, sendo que algumas questões também não foram respondidas pelos alunos, e desta forma, foram excluídas para fins de cálculo da média.

Pôde-se verificar que o número de participantes demonstrou-se insuficiente para comprovação estatística, visto que apenas um aluno que apresentou uma baixa classificação em seu desempenho influenciou em grande proporção no resultado da média. Deste modo, constatou-se a necessidade de uma amostra de trinta alunos para cada grupo para que se possa tanto quanto possível, manter a normalidade da amostra, e assim, obter resultados estatisticamente passíveis de comprovação.

## CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1 MÉTODOS ESTATÍSTICOS

A análise estatística deste trabalho foi apresentada por meio de tabelas, gráficos, estatísticas descritivas (média e desvio-padrão) e testes estatísticos destacados a seguir.

Para a verificação da normalidade dos dados foi utilizado o teste não-paramétrico Kolmogorov-Smirnov. Este teste é considerado uma prova de aderência, e diz respeito ao grau de concordância entre a distribuição de um conjunto de valores amostrais e determinada distribuição teórica específica, neste caso, a distribuição normal (SIEGEL, 1975). Para os dados deste estudo as variáveis de desempenho e de escore final de usabilidade tiveram esta condição garantida, e nestas comparações, foram utilizados testes paramétricos como o Teste *t-student* ( $t$ ) e a Correlação de Pearson ( $r$ ). Já para as questões de 1 a 47 do questionário de usabilidade esta condição não foi garantida, visto que a distribuição é ordinal, e por este motivo, os testes aplicados para estas questões foram testes não-paramétricos como o Mann-Whitney ( $Z$ ) e a Correlação de Spearman ( $R_s$ ).

Para a comparação entre as variáveis, tais como o escore de usabilidade e o desempenho entre os grupos A e B, os gêneros masculino e feminino, e os alunos com ou sem experiência prévia sobre o assunto do material de aprendizagem, foi utilizado o teste de comparações de médias *t-student* para amostras independentes. Este teste é o método mais utilizado para a avaliação de diferenças entre as médias de dois grupos (ARANGO, 2001).

Com o objetivo de comparar as respostas individuais de cada questão do questionário de usabilidade entre os grupos A e B foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney.

Este teste deve ser aplicado exigindo que a variável em análise seja medida em uma escala ordinal e seu objetivo é verificar a existência de diferença significativa entre dois grupos de valores (escores) (VIEIRA, 2003).

Na verificação da existência de uma relação significativa entre as questões 1 a 47 do questionário de usabilidade, para os escores finais de usabilidade, para o desempenho e a idade dos alunos de cada grupo realizou-se uma Análise de Correlação. A análise de correlação indica a existência ou não de relacionamento entre duas variáveis, e se este relacionamento pode ser definido como forte ou fraco. No caso da correlação das questões individuais 1 a 47 utilizou-se o coeficiente de correlação não-paramétrico de Spearman (já que as questões não apresentaram distribuição normal) e para as outras correlações utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson. A interpretação do coeficiente de correlação de Pearson pode ser assim descrita:

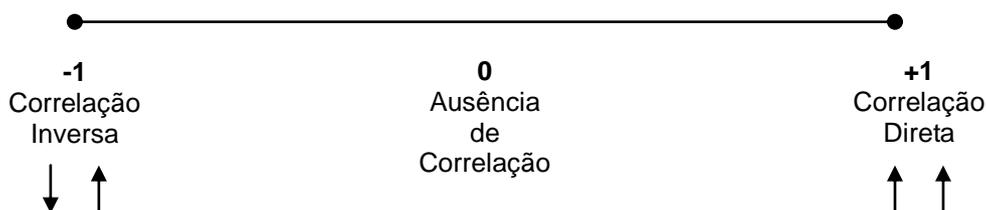


Figura 6 – Interpretação do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)

A classificação dos graus de correlação é apresentada na tabela a seguir:

Tabela 3 - Classificação do Grau de Correlação

Valor de r	Correlação
0,0	Nula
0,00 a $\pm 0,30$	Fraca
$\pm 0,31$ a $\pm 0,60$	Média
$\pm 0,61$ a $\pm 0,90$	Forte
$\pm 0,91$ a $\pm 0,99$	Fortíssima
$\pm 1,0$	Perfeita

Os valores da tabela acima são válidos tanto para valores positivos quanto para valores negativos do coeficiente. O sinal do coeficiente indica a direção da relação entre as variáveis. Se o coeficiente for positivo a correlação é direta, caso contrário a correlação é inversa.

Os resultados foram considerados significativos a um nível de significância máximo de 5% ( $p \leq 0,05$ ). Para o processamento e análise destes dados foi utilizado o software estatístico SPSS versão 10.0.

## 5.2 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

A descrição da amostra demonstra alguns parâmetros controláveis utilizados com a finalidade de garantir a homogeneidade da amostra, além de definir qualitativamente e quantitativamente a amostra pesquisada, conforme pode ser verificado na Tabela 4.

Através dos dados obtidos pela descrição da amostra pôde-se verificar que o grupo A apresenta 29 indivíduos, sendo que destes 19 são do gênero masculino e 10 do gênero feminino; e o grupo B apresenta 30 indivíduos, sendo que 22 são do gênero masculino e 8 do gênero feminino. Assim, o número total de participantes da amostra é de 69,5% de indivíduos do gênero masculino e 30,5% do gênero feminino.

A idade média dos participantes para o grupo A foi de 17 anos, sendo que este grupo apresentou apenas um participante na idade de 22 anos, um participante na idade de 20 anos e outro de 19 anos. Para o grupo B a média dos participantes foi de 16,8 anos; dentre estes somente um participante apresentou a idade de 19 anos.

Dos 59 participantes dos dois grupos, 58 afirmaram considerar o conteúdo estudado como importante, somente um participante do grupo B afirmou não considerar importante. Portanto, 98,3% dos participantes consideraram o assunto importante.

Quanto ao quesito experiência prévia sobre o conteúdo proposto pelo material de aprendizagem, 41,4% dos participantes do grupo A e 43,3% do grupo B afirmaram que possuíam experiência prévia, e 58,6% do grupo A e 56,7% do grupo B afirmaram não possuírem conhecimentos prévios quanto ao assunto estudado no experimento.

Tabela 4 - Descrição da amostra estudada em relação ao gênero, idade, experiência prévia sobre o conteúdo proposto e a importância do conteúdo

Variável	Grupo				Total	
	Grupo A		Grupo B			
	n	%	n	%	n	%
<b>Gênero</b>						
Masculino	19	65,5	22	73,3	41	69,5
Feminino	10	34,5	8	26,7	18	30,5
Total	29	100,0	30	100,0	59	100,0
<b>Idade</b>						
16 anos	14	48,3	13	43,3	27	45,8
17 anos	9	31,0	11	36,7	20	33,9
18 anos	3	10,3	5	16,7	8	13,6
19 anos	1	3,4	1	3,3	2	3,4
20 anos	1	3,4	-	-	1	1,7
22 anos	1	3,4	-	-	1	1,7
Total	29	100,0	30	100	59	100,0
A idade média do grupo A foi de 17 anos e do grupo B de 16,8 anos						
<b>Importância do conteúdo</b>						
Não	-	-	1	3,3	1	1,7
Sim	29	100,0	29	96,7	58	98,3
Total	29	100,0	30	100,0	59	100,0
<b>Experiência prévia sobre o conteúdo</b>						
Sim	12	41,4	13	43,3	25	42,4
Não	17	58,6	17	56,7	34	57,6
Total	29	100,0	30	100,0	59	100,0

### 5.3 AVALIAÇÃO DA USABILIDADE ENTRE OS GRUPOS

Todos os alunos preencheram o questionário de avaliação da usabilidade, com exceção de poucas questões que não foram respondidas, as quais foram desconsideradas para o cálculo da média do questionário.

Através dos resultados do Teste *t-student* para dados independentes pode-se verificar que existe diferença significativa entre os grupos apenas para o escore de usabilidade do grupo B, sendo que os resultados do teste  $t=11,97$  e  $p=0,000$  definem a significância. Portanto, observa-se que o grupo B apresenta um escore de usabilidade de média significativamente superior ao do grupo A.

A Tabela 5 a seguir apresenta os resultados obtidos através do questionário de avaliação da usabilidade.

Tabela 5 - Comparação do escore de usabilidade entre os grupos

Grupo	n	Média	Desvio-padrão	t	p
<b>Escore usabilidade</b>					
Grupo A	29	3,24	0,26	11,97	0,000
Grupo B	30	4,21	0,36		

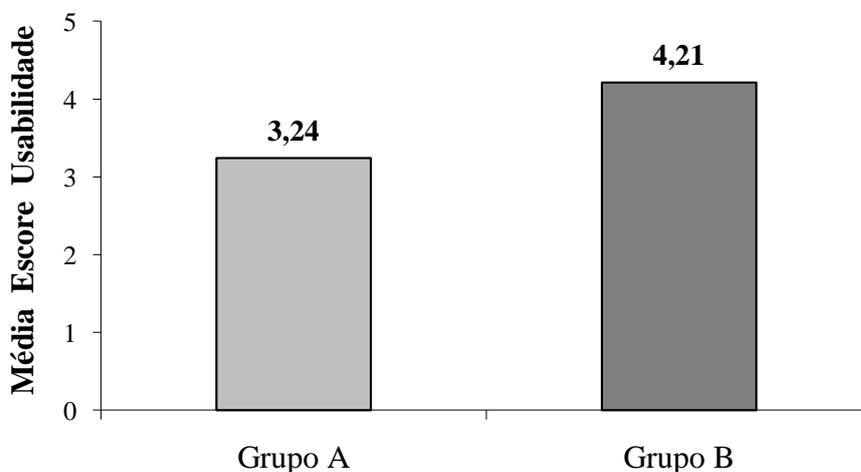


Figura 7 – Comparação do escore de usabilidade entre os grupos

## 5.4 ANÁLISE DAS QUESTÕES DE USABILIDADE

### 5.4.1 Comparação das questões de usabilidade entre os grupos

Na tabela a seguir são apresentados os resultados da comparação de cada questão de usabilidade para ambos os grupos. Desta forma, tem-se como objetivo verificar quais as questões de usabilidade que apresentam diferença significativa entre os grupos.

Tabela 6 - Comparação do escore de usabilidade para cada questão do questionário entre os grupos A e B

Questão	Grupo	n	Média	Desvio-padrão	Z	p
1	Grupo A	29	3,66	0,67	5,16	0,000
	Grupo B	30	4,63	0,61		
2	Grupo A	29	2,86	1,09	2,48	0,013
	Grupo B	29	3,55	1,18		
3	Grupo A	29	2,21	1,37	2,45	0,014
	Grupo B	28	3,21	1,55		
4	Grupo A	29	2,55	1,15	2,81	0,005
	Grupo B	30	3,50	1,38		
5	Grupo A	29	3,28	0,92	3,45	0,001
	Grupo B	30	4,20	0,96		
6	Grupo A	29	3,03	1,18	3,73	0,000
	Grupo B	30	4,07	1,28		
7	Grupo A	29	2,17	1,23	2,76	0,006
	Grupo B	30	3,23	1,57		
8	Grupo A	29	2,07	1,00	2,09	0,037
	Grupo B	29	2,83	1,39		
9	Grupo A	29	3,83	0,54	6,69	0,000
	Grupo B	30	4,93	0,25		
10	Grupo A	29	3,76	0,58	6,02	0,000
	Grupo B	30	4,77	0,63		
11	Grupo A	29	3,86	0,92	4,72	0,000
	Grupo B	30	4,80	0,55		
12	Grupo A	29	3,31	1,11	2,54	0,011
	Grupo B	30	4,00	1,08		
13	Grupo A	29	3,24	0,87	5,10	0,000
	Grupo B	30	4,47	0,73		
14	Grupo A	29	3,21	1,15	5,26	0,000
	Grupo B	29	4,66	0,61		
15	Grupo A	29	3,79	0,68	3,81	0,000
	Grupo B	30	4,50	0,78		
16	Grupo A	29	3,45	0,95	4,77	0,000
	Grupo B	29	4,59	0,57		
17	Grupo A	29	3,31	0,81	3,21	0,001
	Grupo B	30	4,07	0,98		
18	Grupo A	29	3,41	0,68	3,60	0,000
	Grupo B	30	4,13	0,90		
19	Grupo A	29	3,55	0,99	1,99	0,046
	Grupo B	30	3,93	1,28		
20	Grupo A	29	3,62	0,82	6,67	0,000
	Grupo B	30	4,90	0,40		

Continuação da Tabela 6...

21	Grupo A	29	3,62	0,82	5,34	0,000
	Grupo B	30	4,63	0,89		
22	Grupo A	29	3,86	0,52	6,59	0,000
	Grupo B	30	4,87	0,35		
23	Grupo A	29	3,72	0,59	3,84	0,000
	Grupo B	30	4,40	0,81		
24	Grupo A	29	3,17	1,00	4,11	0,000
	Grupo B	30	4,27	1,05		
25	Grupo A	28	3,21	0,88	4,77	0,000
	Grupo B	30	4,40	0,86		
26	Grupo A	29	3,17	0,89	4,74	0,000
	Grupo B	30	4,43	1,01		
27	Grupo A	29	3,62	0,73	4,91	0,000
	Grupo B	29	4,62	0,73		
28	Grupo A	29	3,21	1,11	3,74	0,000
	Grupo B	29	4,17	1,26		
29	Grupo A	29	3,52	0,74	4,23	0,000
	Grupo B	30	4,43	0,97		
30	Grupo A	29	2,83	1,17	1,48	0,139
	Grupo B	29	3,31	1,39		
31	Grupo A	27	2,37	1,24	1,97	0,049
	Grupo B	30	3,17	1,68		
32	Grupo A	29	3,21	1,05	2,83	0,005
	Grupo B	30	3,97	1,35		
33	Grupo A	29	3,48	0,74	4,81	0,000
	Grupo B	29	4,52	0,87		
34	Grupo A	28	3,18	0,98	4,38	0,000
	Grupo B	29	4,38	1,01		
35	Grupo A	29	3,24	1,09	5,33	0,000
	Grupo B	30	4,57	0,94		
36	Grupo A	29	3,28	0,96	4,72	0,000
	Grupo B	30	4,47	0,82		
37	Grupo A	29	3,00	1,10	4,78	0,000
	Grupo B	30	4,37	1,07		
38	Grupo A	29	3,45	0,99	3,74	0,000
	Grupo B	30	4,37	0,76		
39	Grupo A	29	3,31	0,89	4,35	0,000
	Grupo B	30	4,33	1,06		
40	Grupo A	29	2,86	1,03	2,85	0,004
	Grupo B	30	3,70	1,06		
41	Grupo A	28	3,46	0,84	4,23	0,000
	Grupo B	30	4,40	0,67		
42	Grupo A	29	3,10	1,08	2,25	0,024
	Grupo B	30	3,77	1,17		
43	Grupo A	29	3,17	0,89	5,35	0,000
	Grupo B	30	4,57	0,68		
44	Grupo A	29	3,48	0,95	2,13	0,033
	Grupo B	30	3,97	1,03		
45	Grupo A	29	3,31	0,97	2,21	0,027
	Grupo B	30	3,87	1,20		
46	Grupo A	29	2,90	1,11	3,98	0,000
	Grupo B	30	4,07	0,94		
47	Grupo A	29	3,41	0,98	5,20	0,000
	Grupo B	30	4,60	0,56		

Através dos resultados do teste não-paramétrico Mann-Whitney verificou-se que existe diferença significativa entre os grupos para todas as questões, com exceção da questão de número 30 que afirma: “As mensagens de erros indicam precisamente qual é o problema”. Para todas as outras questões os escores foram significativamente superiores para o grupo B, o que comprova o emprego da usabilidade no material de aprendizagem do grupo B. Sendo assim, a questão de número 30 apresentou um escore de 2,82 para o grupo A e de 3,31 para o grupo B. As mensagens de erros dos dois materiais de aprendizagem apresentaram instruções, sugestões e botões com textos distintos. Para o grupo A as mensagens de erros apresentavam a porcentagem de acerto obtida na solução do exercício, mas não indicavam qual deveria ser a ação a ser tomada a seguir ou indicavam uma resposta de forma pouco coerente. Já para o grupo B, além da porcentagem de acertos foi também apresentada uma descrição textual da ação a ser tomada em seguida. No entanto, mesmo com o emprego das diferenças acima citadas, não houve diferença significativa para a questão 30.

<b>Exercício de Preencher Lacunas</b>	<b>Grupo A</b>	<b>Grupo B</b>
<b>Instruções</b>		
	-	Preencha a lacuna e clique em “Verificar” para obter sua resposta
<b>Sugestões</b>		
Todas as respostas corretas	Sim	Certo! Parabéns!
Algumas respostas incorretas	-	Algumas respostas estão incorretas. Tente novamente.
Pontuação	X%	Sua pontuação é X%
<b>Botões</b>		
“Verificar Resposta”	“Resposta”	“Verificar”
“OK”	“Resposta”	“OK”
“Voltar”	-	“Voltar”
<b>Exercício de Palavras Cruzadas</b>		
<b>Instruções</b>		
	-	Clique no número dentro do quadro para obter a questão. Digite e clique em "Enviar resposta". Após ter completado o quadro clique em "Verificar" para obter seus resultados.
<b>Sugestões</b>		
Todas as respostas corretas	OK	Certo! Parabéns!
Algumas respostas incorretas	Os quadros serão apagados	Algumas das respostas estão incorretas. Os quadros errados serão apagados.
Pontuação	X%	Sua pontuação é X%
<b>Botões</b>		
“Verificar Resposta”	“Resposta”	“Verificar”
“Responder”	“Resposta”	“Enviar resposta”
“OK”	“Sim”	“OK”
“Voltar”	-	“Voltar”

Quadro 9 – Mensagens de erros para os grupos

### 5.4.2 Classificação ordenada das questões de usabilidade para o grupo A

A seguir são apresentadas as questões de usabilidade do grupo A conforme a classificação do escore mais alto para o mais baixo.

Tabela 7 - Classificação de cada questão de usabilidade de acordo com as respostas para o grupo A

Questão de usabilidade	Ordem	Média	Desvio-padrão
22. Gosto de aprender com questões de exemplo e suas soluções.	1º	3,86	0,52
11. O <i>feedback</i> é imediato.	2º	3,86	0,92
9. Os programas utilizados são simples e práticos de usar.	3º	3,83	0,54
15. As imagens ajudam a aprender.	4º	3,79	0,68
10. Quando erro a solução de uma tarefa, o programa me envia um aviso amigável.	5º	3,76	0,58
23. Este material de aprendizagem ensina habilidades e conhecimentos que necessitarei no futuro.	6º	3,72	0,59
1. O material de aprendizagem é dividido em partes (seções), minha tarefa é aprendê-las em uma ordem pré-definida.	7º	3,66	0,67
20. Cada página apresenta todos os botões de navegação ou <i>hiperlinks</i> necessários, tais como, anterior (voltar), próxima e página inicial (homepage).	8º	3,62	0,82
27. Os <i>links</i> das páginas correspondem aos títulos das páginas as quais estão vinculadas.	9º	3,62	0,73
21. Este material de aprendizagem dá inicialmente um exemplo de exercício com uma solução correta.	10º	3,62	0,82
19. Tenho de lembrar muitas coisas ao mesmo tempo. Gostaria de usar o papel para escrever algumas anotações.	11º	3,55	0,99
29. Acho fácil entrar com informações no sistema.	12º	3,52	0,74
44. O material de aprendizagem me faz querer aprender, sinto-me motivado.	13º	3,48	0,95
33. Sei onde estou e quais opções seguir, isto é, o que concluí e o que ainda devo fazer.	14º	3,48	0,74
41. O site me permite planejar, avaliar e questionar minhas habilidades de aprendizagem.	15º	3,46	0,84
38. O conteúdo mantém minha atenção.	16º	3,45	0,99
16. As informações são organizadas em uma ordem natural e lógica.	17º	3,45	0,95
47. Gosto dos testes e jogos no site.	18º	3,41	0,98
18. Eu posso usar meus próprios caminhos para encontrar o que eu quero aprender dentro do site.	19º	3,41	0,68
45. Gosto de fazer auto-avaliações neste site.	20º	3,31	0,97
17. Sinto como se eu estivesse no controle da minha própria aprendizagem ao interagir com o site.	21º	3,31	0,81
12. Recebo <i>feedback</i> (aviso) motivador.	22º	3,31	1,11
39. O conteúdo está no nível apropriado de meu entendimento.	23º	3,31	0,89
5. O material de aprendizagem avalia meus desempenhos com classificações (notas) de minhas atividades.	24º	3,28	0,92
36. As informações importantes são colocadas no topo da página.	25º	3,28	0,96
13. A linguagem usada é natural. Os termos, frases, conceitos são similares àqueles usados no meu dia-a-dia ou no ambiente de estudo.	26º	3,24	0,87
35. As cores para os <i>links</i> são consistentes com as convenções da <i>Web</i> , isto é, <i>links</i> não visitados em azul e os visitados em vermelho ou roxo.	27º	3,24	1,09

Continuação da Tabela 7...

25.As informações são apresentadas em um formato que os torna fácil de aprender.	28°	3,21	0,88
28. A qualquer hora que um erro é cometido uma mensagem de erro é apresentada.	29°	3,21	1,11
14.Não fico confuso com a forma com que os símbolos, ícones, imagens são usados.	30°	3,21	1,15
32.Se um erro de digitação (dados) resulta em um erro, não preciso redigitar o comando por inteiro, mas reparar somente a parte errada.	31°	3,21	1,05
34. Há <i>links</i> que levam aos tópicos de estudos (seções) dentro da mesma página.	32°	3,18	0,98
43. São empregadas tarefas autênticas e contextualizadas (tarefas práticas), mais do que instruções abstratas (conceitos teóricos).	33°	3,17	0,89
24. A mesma forma de apresentação e organização do conteúdo é usada em todo site.	34°	3,17	1,00
26 As cores são usadas da mesma forma em todo o site.	35°	3,17	0,89
42. Este site me encoraja a aplicar as habilidades de aprendizagem nas situações práticas da vida.	36°	3,10	1,08
6. É mais útil aprender tópicos com este material no computador do que com livros em sala de aula.	37°	3,03	1,18
37. Não preciso rolar (barra de rolagem) várias páginas para encontrar as informações que procuro.	38°	3,00	1,10
46.Gosto do visual e da atmosfera deste site.	39°	2,90	1,11
40. Está claro quais são os materiais protegidos por leis de direito autoral e quais não são.	40°	2,86	1,03
2.As questões para a aprendizagem não seguem sempre o mesmo modelo para suas resoluções.	41°	2,86	1,09
30. As mensagens de erros indicam precisamente qual é o problema.	42°	2,83	1,17
4. Estou orgulhoso das minhas soluções para os exercícios apresentados. Sinto que fiz algo significativo.	43°	2,55	1,15
31. As mensagens de erro indicam um procedimento para a correção do erro.	44°	2,37	1,24
3. Esqueci de tudo o que estava acontecendo ao meu redor e de quanto tempo se passou.	45°	2,21	1,37
7.Este material exige que eu tenha conhecimentos de outro material de aprendizagem anterior.	46°	2,17	1,23
8. Este material de aprendizagem não me deixa prosseguir para o próximo ponto ou exercício antes de ter respondido corretamente a cada questão.	47°	2,07	1,00

A ilustração da página de conteúdo do material de aprendizagem do grupo A é apresentada na Figura 8.



## UNIDADES DE MEDIDA EM INFORMÁTICA \_ PARTE 1

É fundamental saber bem a diferença entre bit, Byte, Kílobyte (KB), Megabyte (MB), Gibabyte (GB) e Terabyte (TB), pois são essas as unidades de medida usadas para designar o tamanho dos arquivos. Ou seja, sabendo identificar corretamente o tamanho dos arquivos, será possível gerenciar melhor a capacidade de armazenamento dos mesmos, seja através de disquetes 1.44 MB, drives USB, CDs, DVDs, HDs, etc.

Em Informática é muito importante considerar a capacidade de armazenamento, já que quando se faz algo no computador, trabalha-se com arquivos que podem ser guardados para uso posterior. Evidentemente, quando se armazena algo, isto ocupa um certo espaço de armazenamento.

As unidades de medida e suas respectivas capacidades de armazenamento tomam por base o valor 1.024 para se chegar ao valor de MB, GB e TB.

Por que é tomado por base o valor 1.024 e não 1.000 ?

Devemos ressaltar que o termo bit (que significa binary digit - dígito binário) é usado para designar a menor unidade de informação de um computador.

Cada conjunto de 8 bits forma o byte, o qual corresponde a um caractere, seguindo o código binário como mostra a figura abaixo.

byte

---



8 bits  
=  
1 byte

**Continuação da página de conteúdo do grupo A...**

Espaço de disco de  $3^{1/2}$  = 1.44 Mbytes, então  $3\text{Mbytes} / 1.44\text{ Mbytes} = 2,08$  discos. Portanto, são necessários 3 discos para armazenar este arquivo.

Imagem de  $1024 \times 768$  bit/pixel e 16 tons de cinza, possui quantos bits de cor?

Considerando-se 16 cores = fatorando  $16/2 = 8/2 = 4/2 = 2/2 = 1$ , temos  $2^4 = 16$ . Assim 16 cores correspondem a 4 bits de cor.

Quantas imagens de resolução de  $800 \times 600$  bit/pixel preto e branco posso colocar em um disco de  $3^{1/2}$ ?

Cálculo:  
 $800 \times 600 \times 1 = 480.000$  bits ' 480.000 bits

Agora vamos corresponder o valor de bits para Kbytes:  
 $480.000 \text{ bits} / 8 = 60.000 \text{ Bytes}$   
 $60.000 \text{ Bytes} / 1024 = 58,59 \text{ Kbytes}$

Correspondendo o disco de  $3^{1/2}$  de Mbytes para Kbytes temos:

$1.44 \text{ Mbytes} \times 1024 = 1474 \text{ Kbytes}$   
 $1474 \text{ Kbytes} / 58,59 \text{ discos} = 25 \text{ imagens}$

Figura 8 - Página de conteúdo do grupo A

### 5.4.3 Pontos críticos de usabilidade para o grupo A

Os pontos mais críticos de usabilidade foram definidos para este estudo como aqueles que fazem parte do intervalo da média de escore de usabilidade com valores que variam entre 1 e 3. Tais valores correspondem às respostas Discordo Totalmente (1 ponto), Discordo Parcialmente (2 pontos), e Indeciso (3 pontos) da Escala de Likert utilizada no questionário de avaliação da usabilidade. Por meio destes valores é possível quantificar a discordância dos alunos quanto aos aspectos de usabilidade técnica e pedagógica. Assim, os pontos mais críticos de usabilidade segundo a avaliação dos alunos do grupo A são apresentados na tabela a seguir, assim como a respectiva categoria de usabilidade, o critério ao qual pertencem, e o grau de severidade da questão.

Tabela 8 - Questões com os menores escores de usabilidade para o grupo A

Questões de usabilidade, Categoria de usabilidade e Critério	Ordem	Média	Desvio-padrão	Grau de Severidade
8. Este material de aprendizagem não me deixa prosseguir para o próximo ponto ou exercício antes de ter respondido corretamente a cada questão. (Usabilidade Pedagógica, Critério: Avaliação do conhecimento prévio).	47°	2,07	1,00	Média
7. Este material exige que eu tenha conhecimentos de outro material de aprendizagem anterior (Usabilidade Pedagógica, Critério: Avaliação do conhecimento prévio).	46°	2,17	1,23	Baixa
3. Esqueci de tudo o que estava acontecendo ao meu redor e de quanto tempo se passou (Usabilidade pedagógica, Critério: Atividade do aluno).	45°	2,21	1,37	Média
31. As mensagens de erro indicam um procedimento para a correção do erro (Usabilidade geral da interface, Critério: Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros).	44°	2,37	1,24	Alta
4. Estou orgulhoso das minhas soluções para os exercícios apresentados. Sinto que fiz algo significativo (Usabilidade pedagógica, Critério: Atividade do aluno)	43°	2,55	1,15	Média
30. As mensagens de erros indicam precisamente qual é o problema (Usabilidade geral da interface, Critério: Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros).	42°	2,83	1,17	Alta
2. As questões para a aprendizagem não seguem sempre o mesmo modelo para suas resoluções (Usabilidade pedagógica, Critério: Atividade do aluno).	41°	2,86	1,09	Média
40. Está claro quais são os materiais protegidos por leis de direito autoral e quais não são (Usabilidade técnica e pedagógica específica à <i>websites</i> , Critério: Relevância do conteúdo para a aprendizagem).	40°	2,86	1,03	Baixa
46. Gosto do visual e da atmosfera deste site (Usabilidade pedagógica, Critério: Motivação, criatividade e aprendizagem ativa).	39°	2,90	1,11	Média
37. Não preciso rolar (barra de rolagem) várias páginas para encontrar as informações que procuro (Usabilidade técnica e pedagógica específica à <i>websites</i> , Critério: Simplicidade de navegação, organização e estrutura).	38°	3,00	1,10	Baixa

Os pontos críticos da usabilidade foram analisados no sentido de definir quais aspectos de usabilidade causaram interferência na interação dos alunos com as interfaces do material de aprendizagem, impossibilitando a realização de tarefas ou ainda acarretando uma sobrecarga cognitiva. A avaliação da usabilidade se fez pelos próprios alunos, preenchendo um questionário de satisfação orientado às 47 questões definidas como aplicáveis, as quais os alunos responderam discordar totalmente, discordar parcialmente ou estarem indecisos.

Os pontos mais críticos segundo a avaliação dos alunos do grupo A para a categoria de usabilidade geral da interface referem-se ao critério de reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros (Q30, Q31); para a usabilidade técnica e pedagógica específicas para *websites* os critérios referem-se à relevância do conteúdo para a aprendizagem (Q40); e à simplicidade de navegação, organização e estrutura (Q37); e para a usabilidade pedagógica referem-se aos critérios de avaliação do conhecimento prévio (Q8,Q7); atividade do aluno (Q3, Q4, Q2); motivação, criatividade e aprendizagem ativa (Q46).

As questões de usabilidade técnica e pedagógica consideradas mais críticas conforme a avaliação dos alunos do grupo A são analisadas a seguir no sentido de definir a interferência da questão de usabilidade na realização das tarefas dos alunos que interagiram com as interfaces do material de aprendizagem.

As questões relativas ao critério avaliação do conhecimento prévio foram classificadas pelos alunos em baixos escores de usabilidade, ou seja, a média do escore de usabilidade de 2,07 para a questão 8, e 2,17 para a questão 7. A este resultado atribui-se que os alunos, ao interagirem com o material de aprendizagem apresentado não sentiram a necessidade de possuir conhecimento prévio de outro material de aprendizagem. Isto pode ser justificado pelo fato dos alunos não serem questionados no material de aprendizagem proposto quanto à conhecimentos relativos à conteúdos anteriores. Os alunos também não sentiram a necessidade de responder corretamente as questões de problemas para então somente prosseguirem para um novo tópico de aprendizagem. Isto se justifica em função das tarefas de exercícios propostas terem sido apresentadas em uma nova janela do navegador. Assim, mesmo que o aluno necessitasse concluir o exercício para obter o resultado final através da mensagem do sistema, em qualquer momento a janela poderia ter sido fechada. A questão 2 que apresentou a média de escore 2,86, a questão 3 de média de escore 2,21, e a 4 de escore

2,55, dizem respeito ao critério atividade do aluno. Tais questões apresentaram baixos escores na avaliação de concordância por parte dos alunos, o que indica que eles não estavam suficientemente engajados na aprendizagem; não concordaram que estavam realizando algo significativo; e ainda, acharam que as questões para a aprendizagem seguiam sempre os mesmos modelos para as resoluções de problemas. Tais fatos comprovam que o material de aprendizagem do grupo A não apresentou tarefas que proporcionassem atividades interessantes aos alunos.

Em relação às questões 30 e 31, as quais se referem ao critério reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros, pode-se verificar que as mensagens de erros impuseram uma dificuldade em relação a procedimentos a serem tomados pelos alunos para a resolução de problemas, sendo que as descrições textuais dos problemas não indicaram precisamente qual era o problema, conforme apresentado na Figura 9.

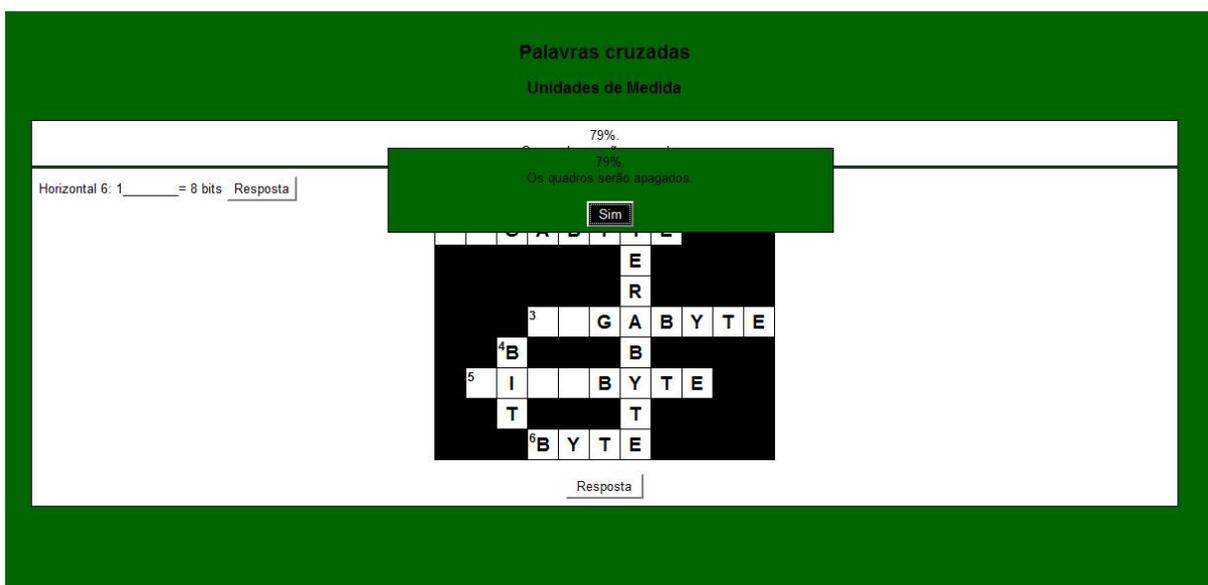


Figura 9 – Mensagem de erro do exercício do grupo A

A questão 40 apresentou uma média de escore de usabilidade de 2,86 indicando que os alunos encontraram dificuldade em identificar quais os materiais de aprendizagem estavam protegidos por leis de direito autoral e quais não estavam. O critério relevância do conteúdo para a aprendizagem sugere que os conteúdos apresentados em materiais de aprendizagem sejam de autores consagrados pela revisão da literatura, e que neste sentido, deveriam apresentar um conteúdo motivante, apropriado, claro e motivador aos alunos. A questão 40

comprova que o material de aprendizagem proposto para o grupo A não apresentou no rodapé do *website* as informações quanto ao direito autoral do conteúdo abordado, nem tampouco a atualização e o endereço da página em uso.

Os alunos do grupo A avaliaram com a média de 2,90 a questão 46 sobre a satisfação quanto ao visual e a aparência do site. O critério motivação, criatividade e aprendizagem ativa define que conteúdos e funções interativas devem ser apresentadas de forma a motivar e proporcionar condições para a criatividade aos alunos. O material de aprendizagem do grupo A foi elaborado com textos contínuos ao invés de blocos de informações; sem distinção entre os títulos de tópicos e sub-tópicos; com cores pouco contrastantes entre texto (amarelo) e fundo da página (verde), o que dificulta a leitura e a atenção; ícones incompreensíveis e sem descrição textual; *links* não consistentes; necessidade de uso excessivo da barra de rolagem; entre outros, conforme pode ser verificado na Figura 10.

O critério simplicidade da navegação, organização e estrutura inclui a questão 37 de média 3,00 que aborda o uso excessivo da barra de rolagem para encontrar as informações que estão sendo procuradas. Todo o conteúdo de aprendizagem foi disponibilizado em somente uma URL e desprovido da estrutura de sumário, a qual permite a navegação através de *links* textuais. A URL correspondia a seis páginas. Desta forma, os alunos foram forçados a utilizar a navegação por meio da barra de rolagem.

As questões de usabilidade foram também classificadas conforme os graus de severidade, classificação esta definida pelos três avaliadores especialistas conforme descrito no capítulo da metodologia. As questões de usabilidade que dizem respeito aos pontos mais críticos foram correlacionadas aos graus de severidade. Assim, podemos concluir que o critério de reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros (Q31, Q30) correspondem ao alto grau de severidade; os critérios avaliação do conhecimento prévio (Q8), atividade do aluno (Q3, Q4, Q2), motivação, criatividade e aprendizagem ativa (Q46) correspondem ao médio grau de severidade; e os critérios de avaliação do conhecimento prévio (Q7); relevância do conteúdo para a aprendizagem (Q40); simplicidade de navegação, organização e estrutura (Q37) correspondem ao baixo grau de severidade.



## UNIDADES DE MEDIDA EM INFORMÁTICA \_ PARTE 1

É fundamental saber bem a diferença entre bit, Byte, Kilobyte (KB), Megabyte (MB), Gibabyte (GB) e Terabyte (TB), pois são essas as unidades de medida usadas para designar o tamanho dos arquivos. Ou seja, sabendo identificar corretamente o tamanho dos arquivos, será possível gerenciar melhor a capacidade de armazenamento dos mesmos, seja através de disquetes 1.44 MB, drives USB, CDs, DVDs, HDs, etc.

Em Informática é muito importante considerar a capacidade de armazenamento, já que quando se faz algo no computador, trabalha-se com arquivos que podem ser guardados para uso posterior. Evidentemente, quando se armazena algo, isto ocupa um certo espaço de armazenamento.

As unidades de medida e suas respectivas capacidades de armazenamento tomam por base o valor 1.024 para se chegar ao valor de MB, GB e TB.

Por que é tomado por base o valor 1.024 e não 1.000 ?

Devemos ressaltar que o termo bit (que significa binary digit - dígito binário) é usado para designar a menor unidade de informação de um computador.

Cada conjunto de 8 bits forma o byte, o qual corresponde a um caractere, seguindo o código binário como mostra a figura abaixo.

**byte**

---



8 bits  
=  
1 byte

Mas, quando se fala em bytes, grupos de bits, não se pensa na base 10, mas em uma estrutura fundamentada no código binário, ou seja, na base 2, nos dois modos que o computador detecta, geralmente chamados de 0 e 1.

**bit & byte**

---



$1 = 2 (2^1)$

Figura 10 – Visual da página de conteúdo do grupo A

#### 5.4.4 Pontos facilitadores de usabilidade para o grupo A

Os pontos facilitadores da usabilidade segundo a avaliação dos alunos do grupo A são apresentados na Tabela 9, assim como a respectiva categoria de usabilidade, o critério ao qual pertencem, e o grau de severidade da questão. Tais análises são importantes no sentido de se

verificar quais são os aspectos de usabilidade que auxiliaram no processo de interação com as interfaces do material de aprendizagem sob a perspectiva dos alunos. Para tanto, foram considerados como pontos facilitadores, as dez questões de usabilidade de maiores escores de usabilidade. Para estas questões as médias dos escores de usabilidade variaram entre 3,86 a 3,62.

Tabela 9 - Questões com os maiores escores de usabilidade para o grupo A

Questões de usabilidade, Categoria de usabilidade e Critério	Ordem	Média	Desvio padrão
22. Gosto de aprender com questões de exemplo e suas soluções (Usabilidade pedagógica, Critério: <i>Feedback</i> , orientação e avaliação).	1º	3,86	0,52
11. O <i>feedback</i> é imediato (Usabilidade geral da interface, Critério: Visibilidade do status do sistema).	2º	3,86	0,92
9. Os programas utilizados são simples e práticos de usar (Usabilidade pedagógica, critério: Valor agregado).	3º	3,83	0,54
15. As imagens ajudam a aprender (Usabilidade pedagógica, critério: Valor agregado).	4º	3,79	0,68
10. Quando erro a solução de uma tarefa, o programa me envia um aviso amigável (Usabilidade pedagógica, critério: <i>Feedback</i> ).	5º	3,76	0,58
23. Este material de aprendizagem ensina habilidades e conhecimentos que necessitarei no futuro (Usabilidade pedagógica, Critério: Aplicabilidade).	6º	3,72	0,59
1. O material de aprendizagem é dividido em partes (seções), minha tarefa é aprendê-las em uma ordem pré-definida (Usabilidade pedagógica, Critério: Atividade do aluno).	7º	3,66	0,67
20. Cada página apresenta todos os botões de navegação ou hiperlinks necessários, tais como, anterior (voltar), próxima e página inicial (homepage) (Usabilidade pedagógica, Critério: Controle do aluno).	8º	3,62	0,82
27. Os <i>links</i> das páginas correspondem aos títulos das páginas as quais estão vinculadas (Usabilidade Geral da interface, Critério: Consistência e aderência às normas).	9º	3,62	0,73
21. Este material de aprendizagem dá inicialmente um exemplo de exercício com uma solução correta (Usabilidade pedagógica, Critério: Aplicabilidade).	10º	3,62	0,82

Através da análise da classificação das questões de usabilidade avaliadas pelos alunos, pode-se verificar que os critérios que dizem respeito às questões de usabilidade que apresentaram maiores escores de usabilidade são os seguintes: *Feedback*, orientação e avaliação (Q22); Visibilidade do status do sistema (Q10); Valor agregado (Q9, Q15); *Feedback* (Q10); Aplicabilidade (Q23); Atividade do aluno (Q1, Q21); e Consistência e aderência às normas (Q27), e Controle do aluno (Q20).

As questões de usabilidade se referem aos seguintes aspectos de usabilidade técnica e tarefas de usabilidade pedagógica: questões de exemplo com respectivas soluções são interessantes; o *feedback* é imediato; os programas utilizados são simples e práticos; as imagens ajudam a aprender; o programa envia um aviso amigável ao errar a solução de uma tarefa; o material de aprendizagem ensina habilidades e conhecimentos necessários para o futuro; o material de aprendizagem é dividido em partes (seções), minha tarefa é aprendê-las em uma ordem pré-definida; são apresentados todos os botões de navegação ou hiperlinks necessários; os *links* das páginas correspondem aos títulos das páginas as quais estão vinculadas; é proporcionado um exemplo de exercício com uma solução correta.

#### 5.4.5 Classificação ordenada das questões de usabilidade para o grupo B

As questões de usabilidade avaliadas pelos alunos do grupo B são apresentadas a seguir segundo a classificação de escore mais alto para escore mais baixo.

Tabela 10 - Classificação de cada questão de usabilidade de acordo com as respostas para o grupo B

Questão de usabilidade	Ordem	Média	Desvio-padrão
9.Os programas utilizados são simples e práticos de usar.	1°	4,93	0,25
20.Cada página apresenta todos os botões de navegação ou hiperlinks necessários, tais como, anterior (voltar), próxima e página inicial (homepage).	2°	4,90	0,40
22. Gosto de aprender com questões de exemplo e suas soluções.	3°	4,87	0,35
11. O <i>feedback</i> (aviso/resposta dado pelo sistema) é imediato.	4°	4,80	0,55
10. Quando erro a solução de uma tarefa, o programa me envia um aviso amigável.	5°	4,77	0,63
14. Não fico confuso com a forma com que os símbolos, ícones, imagens são usados.	6°	4,66	0,61
21.Este material de aprendizagem dá inicialmente um exemplo de exercício com uma solução correta.	7°	4,63	0,89
1.O material de aprendizagem é dividido em partes (seções), minha tarefa é aprendê-las em uma ordem pré-definida.	8°	4,63	0,61
27.Os <i>links</i> das páginas correspondem aos títulos das páginas as quais estão vinculadas.	9°	4,62	0,73
47. Gosto dos testes e jogos no site.	10°	4,60	0,56
16. As informações são organizadas em uma ordem natural e lógica.	11°	4,59	0,57
43.São empregadas tarefas autênticas e contextualizadas (tarefas práticas), mais do que instruções abstratas (conceitos teóricos).	12°	4,57	0,68
35. As cores para os <i>links</i> são consistentes com as convenções da <i>Web</i> , isto é, <i>links</i> não visitados em azul e os visitados em vermelho ou roxo.	13°	4,57	0,94
33.Sei onde estou e quais opções seguir, isto é, o que concluí e o que ainda devo fazer.	14°	4,52	0,87
15. As imagens ajudam a aprender.	15°	4,50	0,78
36. As informações importantes são colocadas no topo da página.	16°	4,47	0,82

Continuação da Tabela 10...

13. A linguagem usada é natural. Os termos, frases, conceitos são similares àqueles usados no meu dia-a-dia ou no ambiente de estudo.	17º	4,47	0,73
29. Acho fácil entrar com informações no sistema.	18º	4,43	0,97
26. As cores são usadas da mesma forma em todo o site.	19º	4,43	1,01
25. As informações são apresentadas em um formato que os torna fácil de aprender.	20º	4,40	0,86
23. Este material de aprendizagem ensina habilidades e conhecimentos que necessitarei no futuro.	21º	4,40	0,81
41. O site me permite planejar, avaliar e questionar minhas habilidades de aprendizagem.	22º	4,40	0,67
34. Há links que levam aos tópicos de estudos (seções) dentro da mesma página.	23º	4,38	1,01
38. O conteúdo mantém minha atenção.	24º	4,37	0,76
37. Não preciso rolar (barra de rolagem) várias páginas para encontrar as informações que procuro.	25º	4,37	1,07
39. O conteúdo está no nível apropriado de meu entendimento.	26º	4,33	1,06
24. A mesma forma de apresentação e organização do conteúdo é usada em todo site.	27º	4,27	1,05
5. O material de aprendizagem avalia meus desempenhos com classificações (notas) de minhas atividades.	28º	4,20	0,96
28. A qualquer hora que um erro é cometido uma mensagem de erro é apresentada.	29º	4,17	1,26
18. Eu posso usar meus próprios caminhos para encontrar o que eu quero aprender dentro do site.	30º	4,13	0,90
46. Gosto do visual e da atmosfera deste site.	31º	4,07	0,94
17. Sinto como se eu estivesse no controle da minha própria aprendizagem ao interagir com o site.	32º	4,07	0,98
6. É mais útil aprender tópicos com este material no computador do que com livros em sala de aula.	33º	4,07	1,28
12. Recebo feedback (aviso) motivador.	34º	4,00	1,08
32. Se um erro de digitação (dados) resulta em um erro, não preciso redigitar o comando por inteiro, mas reparar somente a parte errada.	35º	3,97	1,35
44. O material de aprendizagem me faz querer aprender, sinto-me motivado.	36º	3,97	1,03
19. Tenho de lembrar muitas coisas ao mesmo tempo. Gostaria de usar o papel para escrever algumas anotações.	37º	3,93	1,28
45. Gosto de fazer auto-avaliações neste site.	38º	3,87	1,20
42. Este site me encoraja a aplicar as habilidades de aprendizagem nas situações práticas da vida.	39º	3,77	1,17
40. Está claro quais são os materiais protegidos por leis de direito autoral e quais não são.	40º	3,70	1,06
2. As questões para a aprendizagem não seguem sempre o mesmo modelo para suas resoluções.	41º	3,55	1,18
4. Estou orgulhoso das minhas soluções para os exercícios apresentados. Sinto que fiz algo significativo.	42º	3,50	1,38
30. As mensagens de erros indicam precisamente qual é o problema.	43º	3,31	1,39
7. Este material exige que eu tenha conhecimentos de outro material de aprendizagem anterior.	44º	3,23	1,57
3. Esqueci de tudo o que estava acontecendo ao meu redor e de quanto tempo se passou.	45º	3,21	1,55
31. As mensagens de erro indicam um procedimento para a correção do erro.	46º	3,17	1,68
8. Este material de aprendizagem não me deixa prosseguir para o próximo ponto ou exercício antes de ter respondido corretamente a cada questão.	47º	2,83	1,39

A Figura 11 ilustra parcialmente a página de conteúdo da primeira parte do material de aprendizagem que foi disponibilizada para a interação dos alunos do grupo B.



## 1. Unidades de Medida em Informática





[1.1 Quais são as unidades de medida?](#)  
[1.2 Por que é tomado por base o valor 1024 ao invés de 1000?](#)  
[1.3 Tabela de Unidades de Medida](#)  
[1.4 Cálculos de tamanho dos arquivos](#)  
[1.4.1 Exemplo A](#)  
[1.4.2 Exemplo B](#)  
[1.4.3 Exemplo C](#)  
[1.4.4 Exemplo D](#)  
[1.5 Exercício de Palavras Cruzadas](#)  
[1.6 Exercício de Lacunas](#)  
[1.7 Exercício de reforço](#)

### 1.1 Quais são as Unidades de Medida?

É fundamental saber bem a diferença entre bit, Byte, Kilobyte (KB), Megabyte (MB), Gibabyte (GB) e Terabyte (TB), pois são essas as unidades de medida usadas para designar o tamanho dos arquivos. Ou seja, sabendo identificar corretamente o tamanho dos arquivos, será possível gerenciar melhor a capacidade de armazenamento dos mesmos, seja através de disquetes 1.44 MB, drives USB, CDs, DVDs, HDs, etc.

Em Informática é muito importante considerar a capacidade de armazenamento, já que quando se faz algo no computador, trabalha-se com arquivos que podem ser guardados para uso posterior. Evidentemente, quando se armazena algo, isto ocupa um certo espaço de armazenamento.

As unidades de medida e suas respectivas capacidades de armazenamento tomam por base o valor 1.024 para se chegar ao valor de MB, GB e TB.

[Voltar ao topo da página](#)

---

Continuação da página de conteúdo do grupo B...

### 1.7 Exercício de reforço

Utilize a tabela abaixo caso queira treinar alguns cálculos.

Bit	Byte	Kbyte	Mbyte	Gbyte
134.217.728	16.777.216	16.384	16	0,0156
4.294.967.296	536.870.912	524.288	512	0,5
123.480.309,8	15.435.038,72	15.073	14,72	0,01437
8.589.934.592	1.073.741.824	1.048.576	1024	1
25.165.824	3.145.728	3.072	3	0,00293

[Voltar ao topo da página](#)

 [Anterior](#)
[Próxima](#) 

© Copyright 2009. Doris Reitz. E-mail: [doris.r@terra.com.br](mailto:doris.r@terra.com.br)  
 Atualizado em 23/03/2009.  
[http://www.dorisreitz.br-web.com/aula\\_grupo\\_b.htm](http://www.dorisreitz.br-web.com/aula_grupo_b.htm)

Figura 11 – Página de conteúdo do grupo B\_Parte 1

A Figura 12 ilustra parcialmente a página de conteúdo da segunda parte do material de aprendizagem que foi disponibilizada para a interação dos alunos do grupo B.



## 2. Cálculo de Arquivos de Imagens - Resolução x Cor





[2.1 Resolução de cor ou também denominada profundidade de cor](#)  
[2.2 Cores](#)  
[2.3 Tabela de Cores x Bits](#)  
[2.4 Cálculo de tamanho dos arquivos](#)  
[2.4.1 Exemplo A](#)  
[2.4.2 Exemplo B](#)  
[2.4.3 Exemplo C](#)  
[2.4.4 Exemplo D](#)  
[2.4.5 Exemplo E](#)  
[2.4.6 Exemplo F](#)

### 2.1 Resolução de cor ou também denominada profundidade de cor

A resolução de cor, também chamada profundidade de cor de uma imagem, significa o número total de cores possíveis para pixels individuais numa imagem, sendo cada cor definida por um conjunto de bits. A resolução de cor influencia diretamente a qualidade de uma imagem, ou seja, quanto maior for a resolução de cor melhor será a qualidade da imagem.

Pixel (sendo o plural pixels) (aglutinação de Picture e Element, ou seja, elemento de imagem) é o menor elemento num dispositivo de exibição (como por exemplo um monitor), ao qual é possível atribuir-se uma cor. De uma forma mais simples, um pixel é o menor ponto que forma uma imagem digital, sendo que o conjunto de milhares de pixels formam a imagem inteira.

[Voltar ao topo da página](#)

---

**Continuação da página de conteúdo do grupo B...**

---

#### 2.4.6 Exercício F

**Quantas imagens de resolução de 800 x 600 bit/pixel preto e branco posso colocar em um disco de 3"1/2'?**

Cálculo:  
 $800 \times 600 \times 1 = 480.000 \text{ bits} \div 8 = 60.000 \text{ Bytes}$

Agora vamos corresponder o valor de bits para Kbytes:  
 $60.000 \text{ Bytes} / 1024 = 58,59 \text{ Kbytes}$

Correspondendo o disco de 3"1/2' de Mbytes para Kbytes temos:  
 $1,44 \text{ Mbytes} \times 1024 = 1474 \text{ Kbytes}$   
 $1474 \text{ Kbytes} / 58,59 \text{ Kbytes} = 25 \text{ imagens}$

[Voltar ao topo da página](#)

 [Anterior](#)

© Copyright 2009. Doris Reitz. E-mail: [doris.r@terra.com.br](mailto:doris.r@terra.com.br)  
 Atualizado em 23/03/2009.  
[http://www.dorisreitz.br-web.com/aula\\_grupo\\_b\\_1.htm](http://www.dorisreitz.br-web.com/aula_grupo_b_1.htm)

Figura 12 – Página de conteúdo do grupo B\_Parte 2

### 5.4.6 Pontos críticos de usabilidade para o grupo B

Os pontos mais críticos de usabilidade foram definidos para este estudo como aqueles que fazem parte do intervalo da média de escore de usabilidade com valores que variam entre 1 e 3. Tais valores correspondem às respostas Discordo Totalmente (1 ponto), Discordo Parcialmente (2 pontos), e Indeciso (3 pontos) da Escala de Likert utilizada no questionário de avaliação da usabilidade. Por meio destes valores é possível quantificar a discordância dos alunos quanto aos aspectos de usabilidade técnica e pedagógica.

O ponto mais crítico de usabilidade segundo a avaliação dos alunos do grupo B é apresentado na Tabela 11, assim como a respectiva categoria de usabilidade, o critério ao qual pertencem, e o grau de severidade da questão.

Tabela 11 - Questões com os menores escores de usabilidade para o grupo B

Questões de usabilidade, Categoria de usabilidade e Critério	Ordem	Média	Desvio-padrão	Grau de Severidade
8. Este material de aprendizagem não me deixa prosseguir para o próximo ponto ou exercício antes de ter respondido corretamente a cada questão (Usabilidade pedagógica, Critério: Avaliação do conhecimento prévio).	47º	2,83	1,39	Média

Portanto, para o grupo B pode-se considerar somente a questão 8 como ponto crítico de usabilidade conforme a avaliação dos alunos. A questão 8 de média de escore de usabilidade de 2,83 está relacionada ao critério de avaliação do conhecimento prévio, que define a necessidade de se responder corretamente as questões de problemas para somente então prosseguir para um novo tópico de aprendizagem. O objetivo da questão era o de ressaltar a importância do conhecimento prévio e cumulativo ao aluno. No entanto, os alunos discordaram em ter a necessidade de responder corretamente à questão para prosseguir ao próximo tópico. Isto se justifica em função do sistema apresentar as tarefas de exercícios propostas em uma nova janela do navegador, que a qualquer momento poderia ser fechada pelo aluno, não o impedindo de seguir para um novo tópico de aprendizagem.

Esta única questão de usabilidade que diz respeito ao ponto mais crítico de usabilidade para o grupo B foi correlacionada ao grau de severidade médio, indicando que a tarefa pode causar confusão e frustração e possivelmente houve a possibilidade de ocorrer perda da qualidade de interação para os alunos. Um exemplo de resposta enviada pelo sistema é apresentado na Figura 13.

The screenshot shows a quiz interface with a dark blue header and footer. The header contains a '<=Voltar' button. The main content area has a title 'Preencha as lacunas com os valores correspondentes' and a subtitle 'Cálculo de valores correspondentes de medidas de unidades'. Below this, a message states 'Sua pontuação é 40%. Algumas respostas estão incorretas. Tente novamente.' A central dialog box with a blue background and 'OK' button repeats this message. On the left, there are four conversion questions: '7.372.800 bits = 921600 Bytes', '1.478 Kbytes = 1513472 Bytes', '2 Gbytes = [input] Kbytes', and '650Mbytes = [input] Gbytes'. Below these is '12.582.912 bits = [input] Mbytes'. At the bottom, there is a 'Verificar' button and another '<=Voltar' button.

Figura 13 – Resolução de exercício do grupo B

#### 5.4.7 Pontos facilitadores de usabilidade para o grupo B

Os pontos facilitadores da usabilidade a segundo a avaliação dos alunos do grupo B são apresentados na tabela a seguir, assim como a respectiva categoria de usabilidade, o critério ao qual pertencem, e o grau de severidade da questão. Tais análises são importantes no sentido de se verificar quais são os aspectos de usabilidade que auxiliaram no processo de interação com as interfaces do material de aprendizagem sob a perspectiva dos alunos. Para tanto, foram considerados como pontos facilitadores as dez questões de usabilidade com os maiores escores de usabilidade. Para estas questões as médias dos escores de usabilidade variaram de 4,93 a 4,60.

Através da análise da classificação das questões de usabilidade avaliadas pelos alunos, pode-se verificar que os critérios que dizem respeito às questões de usabilidade que apresentaram maiores escores são os seguintes: Valor agregado (Q9); Controle do aluno (Q20); *Feedback*, orientação e avaliação (Q22); Visibilidade do status do sistema (Q11); *Feedback* (Q10); Modelo do projetista e modelo do aluno, comparação entre o sistema e o

mundo real (Q14); Aplicabilidade (Q21); Atividade de aluno (Q1); Consistência e aderência às normas (Q27); e Motivação, criatividade e aprendizagem (Q47).

Tabela 12 - Questões com os maiores escores de usabilidade para o grupo B

Questões de usabilidade, Categoria de usabilidade e Critério	Ordem	Média	Desvio-padrão
9.Os programas utilizados são simples e práticos de usar (Usabilidade pedagógica, critério: Valor agregado).	1º	4,93	0,25
20.Cada página apresenta todos os botões de navegação ou hiperlinks necessários, tais como, anterior (voltar), próxima e página inicial (homepage) (Usabilidade pedagógica, Critério: Controle do aluno).	2º	4,90	0,40
22. Gosto de aprender com questões de exemplo e suas soluções (Usabilidade pedagógica, Critério: <i>Feedback</i> , orientação e avaliação).	3º	4,87	0,35
11. O <i>feedback</i> (aviso/resposta dado pelo sistema) é imediato (Usabilidade geral da interface, Critério: Visibilidade do status do sistema).	4º	4,80	0,55
10. Quando erro a solução de uma tarefa, o programa me envia um aviso amigável (Usabilidade pedagógica, Critérios: <i>Feedback</i> ).	5º	4,77	0,63
14. Não fico confuso com a forma com que os símbolos, ícones, imagens são usados (Usabilidade geral da interface, Critério: Modelo do projetista e modelo do aluno, comparação entre o sistema e o mundo real).	6º	4,66	0,61
21.Este material de aprendizagem dá inicialmente um exemplo de exercício com uma solução correta (Usabilidade pedagógica, Critério: Aplicabilidade).	7º	4,63	0,89
1.O material de aprendizagem é dividido em partes (seções), minha tarefa é aprendê-las em uma ordem pré-definida (Usabilidade pedagógica, Critério: Atividade do aluno).	8º	4,63	0,61
27.Os <i>links</i> das páginas correspondem aos títulos das páginas as quais estão vinculadas (Usabilidade geral da interface: Consistência e aderência às normas).	9º	4,62	0,73
47. Gosto dos testes e jogos no site (Usabilidade pedagógica, Critério: Motivação, criatividade e aprendizagem).	10º	4,60	0,56

As questões de usabilidade se referem aos seguintes aspectos de usabilidade técnica e tarefas de usabilidade pedagógica: os programas são simples e práticos de usar; todos os botões de navegação ou hiperlinks necessários são apresentados; os alunos gostam de aprender com questões de exemplo e suas soluções; o *feedback* (aviso/resposta dado pelo sistema) é imediato; o programa envia um aviso amigável em uma situação de erro em uma tarefa de tarefa; os símbolos, os ícones e as imagens são claros para os seus usos; o material de aprendizagem dá inicialmente um exemplo de exercício com uma solução correta; o material de aprendizagem é dividido em partes (seções), minha tarefa é aprendê-las em uma ordem pré-definida; os *links* das páginas correspondem aos títulos das páginas às quais estão vinculadas; os testes e jogos no site são motivantes.

## 5.5 QUESTÃO ABERTA DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA USABILIDADE

Ao final do questionário de avaliação da usabilidade foi apresentada uma questão aberta no sentido de permitir que os alunos de ambos os grupos expressassem livremente suas dificuldades em relação ao material de aprendizagem ao qual interagiram. A questão afirmava: “Use o espaço abaixo para descrever os problemas que tenham dificultado sua interação e aprendizagem para com o material de aprendizagem utilizado”. A seguir são apresentadas as respostas de alguns alunos que responderam à questão, conforme o grupo em que participavam.

Respostas dos alunos do grupo A:

- “Questões de exemplo meio confusas de entender. O segundo tema, não tem exercícios propostos, nem jogos”;
- “Pouco tempo para leitura”;
- “Pouco tempo para o entendimento da matéria”;
- “Não tive problema para interagir e aprender. O material utilizado é ótimo”;
- “O que dificultou realmente minha aprendizagem foi a falta de tempo para ler o conteúdo e, o fato de não conseguir fazer as minhas anotações (dificultando o meu meio de aprender). E é claro, sem um professor explicando o conteúdo”;
- “A cor verde do fundo é muito forte, deixa pesado o site”;
- “Esquema de cores do início é meio complicado na parte de transformações”;
- “O site poderia além de ter mostrado o erro na resolução do exercício, mostrar como se faz para eu poder aprender melhor”;
- “Pouco tempo para a finalização dos exercícios, pois não estou muito interessado no assunto”;
- “Em relação ao conteúdo, tudo bem explicado”;

- “Nenhum problema muito grave. Só não gostei muito da cor de fundo (verde) e as atividades poderiam ser um pouco mais especificadas”;
- “Acho que a minha maior dificuldade é ler, e fixar um conteúdo instantaneamente. Só ler, sem um professor explicando fica difícil”;
- “Poderia ter tido mais tempo para captar melhor as informações”.

As respostas dos alunos do grupo B foram as seguintes:

- “Pouco tempo para a leitura e realização dos exercícios no site”;
- “A parte sobre os pixel não tem exercícios para praticar”;
- “Nenhum, pois o site explicou de forma fácil o conteúdo abordado. Mesmo já possuindo conhecimento sobre Bit, Byte, Kbyte, e assim por diante. O site chamou a atenção e pude aprender como calcular o tamanho de fotos”;
- “Os exercícios não estarem na mesma tela dos exemplos, e quando voltava para tirar dúvidas com os exemplos, apaga as respostas que já tinha feito”;
- “Pouco tempo e eu não vi que tinha outra página (falta de atenção minha)”;
- “Houve pouco tempo para ler melhor e entender”;
- “Uma folha e um lápis poderia ser útil para acompanhar o desenvolvimento dos exemplos, testar para ver se sei fazer”;
- “Uma breve e não muito longa explicação seria de bom proveito para interagir com o assunto e ter melhor desempenho”;
- “Para mim foi muito bom participar deste teste, o único problema foi o tempo que se tivesse mais me sentiria mais apto a responder o teste”;

— “Pouco tempo. Desculpe, mas ainda prefiro aulas com explicações de professores, e aulas faladas. Materiais assim são ótimos para testar os conhecimentos”;

— “Achei o tempo muito curto, mas o material é ótimo. Já tinha um conhecimento do assunto, muito pouco, mas nunca tinha calculado estes valores. Mas adorei a experiência!”.

A partir das opiniões de cada grupo constatou-se que para o grupo A, treze alunos responderam à questão aberta, enquanto que para o grupo B, onze alunos. Também ficou claro que os alunos, em ambos os grupos, relataram a falta de tempo para a aprendizagem do conteúdo do material disponibilizado. Desta forma, foi questionado se os resultados obtidos através do teste de desempenho poderiam realmente elucidar o desempenho dos alunos. Desta forma, foi definido o parâmetro de falta de tempo como possível interferência sobre os resultados de desempenho dos alunos em ambos os grupos. Para tanto, foram desconsideradas para fins de cálculo de desempenho as questões não respondidas pelos alunos no teste de desempenho, conforme apresentado no item 5.9.2.

## 5.6 COMPARAÇÃO DAS CATEGORIAS DE CRITÉRIOS ENTRE OS GRUPOS

No sentido de fornecer uma análise comparativa entre as três categorias de usabilidade foram calculadas as médias dos escores de classificação das questões de usabilidade segundo a categoria a qual pertencem. O número total de questões e as médias de cada categoria conforme o grupo A e B são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 – Média da usabilidade para as categorias dos critérios

Categoria dos critérios	Total de questões	Média das questões de usabilidade	
		Grupo A Escore	Grupo B Escore
1. Geral	15	3,25	4,24
2. Para <i>websites</i>	8	3,23	4,24
3. Pedagógica	24	3,24	4,15
Total	47	3,24	4,21

A partir dos resultados obtidos verificou-se que as médias dos escores de usabilidade para cada uma das três categorias de critérios, tanto no grupo A como no grupo B, mostraram-se próximas ou iguais à média final de usabilidade. De modo geral, isto indica que as três categorias avaliadas pelos alunos quando comparadas entre si apresentaram um mesmo nível de importância, o que conseqüentemente sugere que nenhuma das três categorias possa ser considerada como mais problemática ou facilitadora quanto à usabilidade, em ambos os grupos.

## 5.7 DESEMPENHO

### 5.7.1 Teste de desempenho entre os grupos

Os resultados quanto à interferência da usabilidade técnica e pedagógica sobre o desempenho dos alunos são discutidos a seguir. No sentido de comprovar a hipótese deste presente estudo foi analisada a significância da diferença entre as médias de desempenhos entre os grupos, a significância da diferença entre as médias de desempenhos considerando-se somente as questões respondidas, a correlação entre a usabilidade e o desempenho, e as questões de usabilidade significativas ao desempenho.

O desempenho dos alunos foi comparado entre os grupos utilizando o Teste *t* de *Student* para amostras independentes. A média do grupo A foi de 5,03 e desvio-padrão de 2,74, e para o grupo B de 6,13 e desvio-padrão de 2,83. Os resultados obtidos através do teste de desempenho quando comparado entre os grupos A e B apresentaram valores de  $t=1,51$  e  $p=0,135$ , o que define que a diferença entre os dois grupos não é significativa, conforme mostra a Tabela 14, mesmo que a média do grupo B tenha sido maior do que a do grupo A. Esta tendência expressa uma necessidade de se fazer novas investigações com relação ao problema.

Todos os alunos responderam e identificaram seus nomes no teste de desempenho.

Tabela 14 – Resultados do teste de desempenho entre os grupos

Grupo	n	Média	Desvio-padrão	t	P
<b>Desempenho</b>					
Grupo A	29	5,03	2,74	1,51	0,135
Grupo B	30	6,13	2,83		

A Figura 14 ilustra a média de desempenho dos grupos A e B.

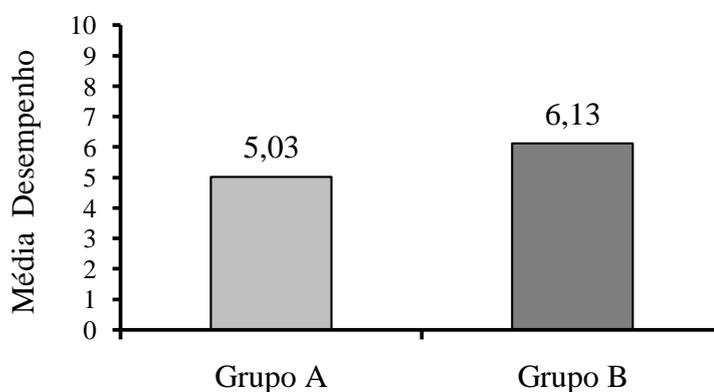


Figura 14 – Resultados do teste de desempenho entre os grupos

### 5.7.2 Teste de desempenho isolando-se o fator falta de tempo

O parâmetro de falta de tempo foi considerado como um fator que poderia estar relacionado ao desempenho, visto que na questão aberta do questionário, alunos de ambos os grupos responderam não terem tido tempo suficiente para estudar todo o conteúdo apresentado no material de aprendizagem. Para que se pudesse eliminar o fator falta de tempo, o qual pode ter gerado interferências na aprendizagem e conseqüentemente nos resultados dos desempenhos dos alunos, foram desconsideradas para fins de cálculo de desempenho as últimas questões não respondidas (em branco) pelos alunos no teste de desempenho que diziam respeito ao tópico 2 do conteúdo (Cálculo de Arquivos de Imagens, Resolução x Cor) apresentado na segunda parte do conteúdo disponibilizado no material de aprendizagem. As questões de número 4, 5, 6 e 7 do teste de desempenho correspondiam ao tópico 2 (parte 2 do conteúdo) estudado pelos alunos. Visto que as questões do teste de desempenho seguiram

uma ordem linear correspondente à ordem de apresentação do conteúdo disponibilizado no material de aprendizagem, definiu-se que:

- se o aluno respondeu, de forma correta ou errada, à questão 7 (última questão do teste), nenhuma questão seria desconsiderada para o cálculo de desempenho, visto que o aluno alcançou sua meta de estudo até o final do conteúdo apresentado no material de aprendizagem;

- se, por exemplo, o aluno respondeu somente até a questão 4; as questões 5, 6 e 7 não respondidas foram desconsideradas para o cálculo do desempenho, ou seja, foram consideradas somente as questões corretamente respondidas, sendo que cada uma das quatro questões possuía peso 2,5 em relação à classificação total de 10 pontos de desempenho.

A definição de abranger somente as questões do teste de desempenho relativas à segunda parte do conteúdo apresentado aos alunos no material de aprendizagem foi estabelecida considerando-se que os alunos tiveram tempo suficiente para estudar o tópico 1 (parte 1) do conteúdo de aprendizagem.

Os resultados obtidos através do cálculo do escore de desempenho considerando-se somente as questões respondidas corretamente e desconsiderando-se às últimas questões não respondidas que correspondem à segunda parte do conteúdo, ou seja, isolando-se o parâmetro falta de tempo, apresentou uma média de desempenho de 5,04 para o grupo A e de 6,42 para o grupo B. Por meio dos resultados do teste de comparações *t-student* para amostras independentes verifica-se que existe diferença significativa do desempenho entre os desempenhos apenas para o grupo B. Portanto, existe diferença significativa para o grupo B, pois para este grupo observa-se um desempenho significativamente superior, visto que  $t = 1,90$  e  $p = 0,062$ .

Tabela 15 – Resultados do teste de desempenho isolando-se o fator falta de tempo

Grupo	n	Média	Desvio-padrão	t	P
<b>Desempenho</b>					
Grupo A	29	5,04	2,72	1,90	0,062
Grupo B	30	6,42	2,81		

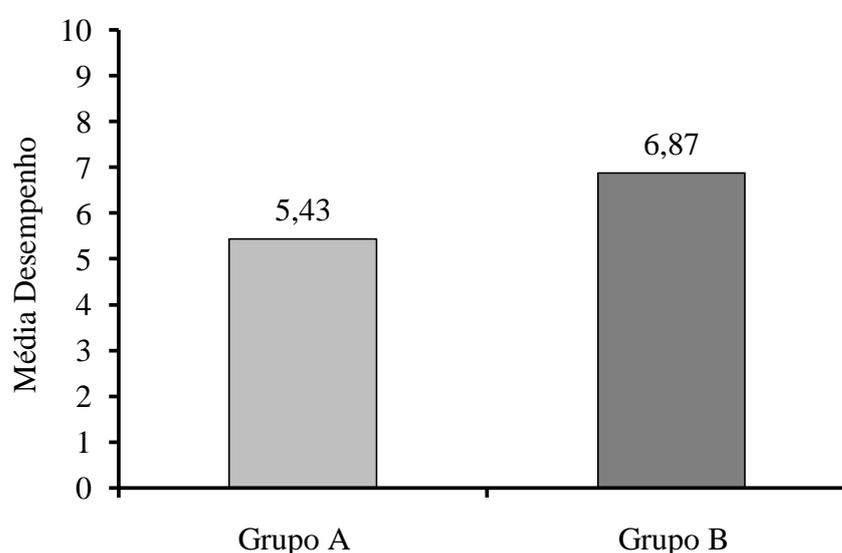


Figura 15 – Resultados do teste de desempenho considerando somente as questões respondidas

## 5.8 ANÁLISE DA CORRELAÇÃO ENTRE O DESEMPENHO E A USABILIDADE

No sentido de comprovar se a usabilidade técnica e pedagógica interfere ou não na aprendizagem dos alunos, os valores investigativos utilizados foram os resultados obtidos através do teste de desempenho e os resultados obtidos através do questionário de avaliação da usabilidade respondido pelos alunos. Desta forma, teve-se como finalidade saber se os alunos que apresentaram desempenhos individuais maiores no teste de desempenho avaliaram o material de aprendizagem que utilizaram como sendo mais usável, ou seja, com uma classificação de usabilidade técnica e pedagógica mais alta. Os desempenhos foram

classificados na escala de 0 a 10, e a usabilidade na escala de Likert com valores de 1 a 5. A correlação entre desempenho e usabilidade foi analisada utilizando-se o Coeficiente de Correlação Pearson ( $r$ ) que atribui valores de 0 a 1, estimando o grau de correlação entre dois conjuntos de valores  $X$  e  $Y$ , o desempenho e o escore de usabilidade, respectivamente. Na tabela abaixo são apresentados os resultados da análise da correlação.

Tabela 16 - Correlação entre o desempenho e a usabilidade para cada grupo

<b>Grupo</b>	<b>Coeficiente Correlação Pearson</b>	<b>p</b>
<b>Grupo A</b>		
Usabilidade X Desempenho	$r = 0,122$	0,528
<b>Grupo B</b>		
Usabilidade X Desempenho	$r = 0,155$	0,412

Através dos resultados da análise de correlação verificou-se que o Coeficiente de Correlação Pearson para o grupo A foi de  $r = 0,122$ , enquanto que para o grupo B foi de  $r = 0,155$ . Ambos os valores são considerados de baixa correlação, indicando que não há correlação significativa entre o desempenho e a usabilidade para nenhum dos grupos estudados.

Uma forma alternativa de examinar a correlação é representá-la graficamente através de um gráfico de dispersão, conforme demonstram os gráficos a seguir.

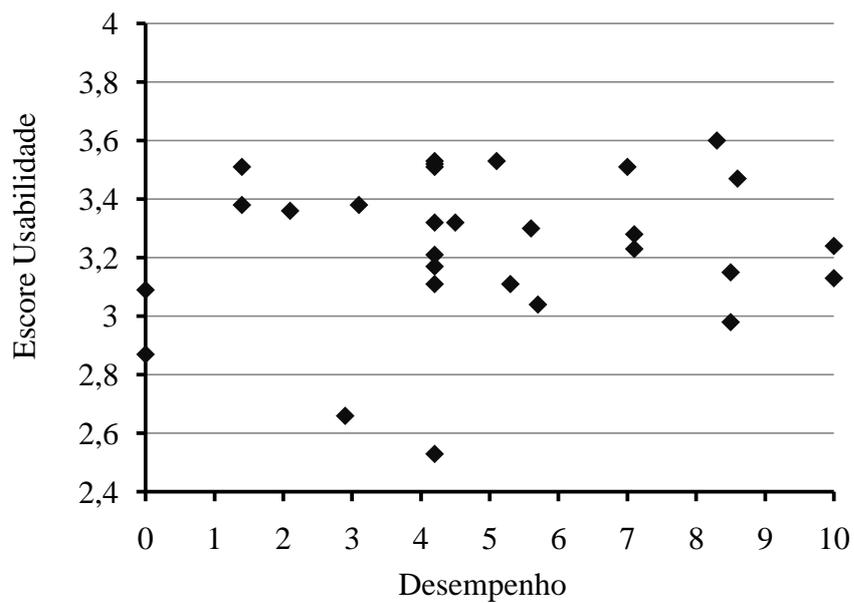


Figura 16 - Diagrama de dispersão entre usabilidade e desempenho do grupo A

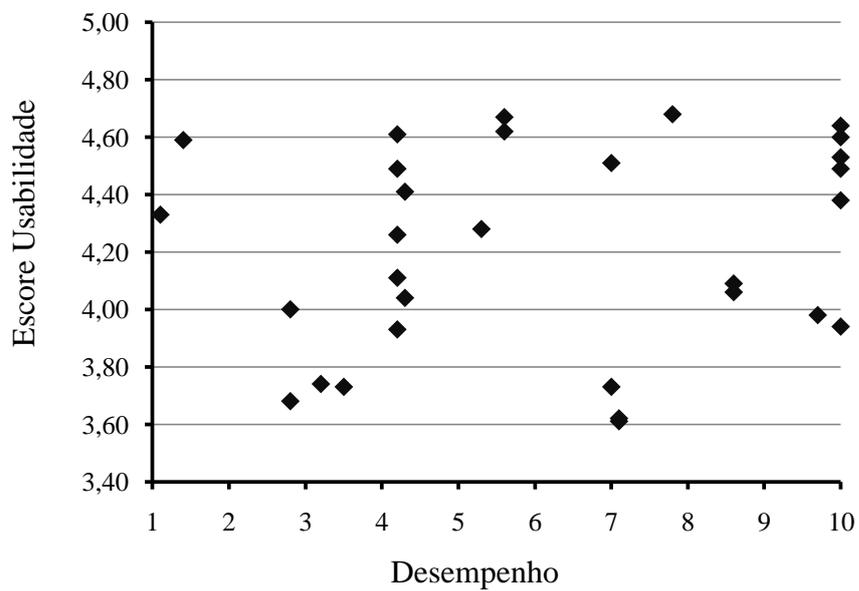


Figura 17 - Diagrama de dispersão entre usabilidade e desempenho do grupo B

## 5.9 CORRELAÇÕES SIGNIFICATIVAS ENTRE QUESTÕES DE USABILIDADE E O DESEMPENHO

Na tabela a seguir são apresentadas as correlações significativas entre as questões do questionário de usabilidade e o desempenho para cada grupo. A partir dos resultados da análise de correlação verificou-se que existe correlação significativa direta entre a usabilidade e o desempenho para as questões 4, 13 e 19 do grupo A, e para as questões 1, 4, 5, 6, 14, 17, 18 e 22 do grupo B.

Tabela 17 - Correlações significativas entre as questões de usabilidade e o desempenho para cada grupo

Correlação	Coef. Correlação Spearman	p
<b>Grupo A</b>		
Q4 X Desempenho	$R_s = 0,441$	0,017
Q13 X Desempenho	$R_s = 0,439$	0,017
Q39 X Desempenho	$R_s = 0,507$	0,005
<b>Grupo B</b>		
Q1 X Desempenho	$R_s = 0,432$	0,017
Q4 X Desempenho	$R_s = 0,568$	0,001
Q5 X Desempenho	$R_s = 0,362$	0,050
Q6 X Desempenho	$R_s = 0,424$	0,019
<b>Q7 X Desempenho</b>	<b><math>R_s = -0,378</math></b>	<b>0,039</b>
Q14 X Desempenho	$R_s = 0,452$	0,014
Q17 X Desempenho	$R_s = 0,454$	0,012
Q18 X Desempenho	$R_s = 0,498$	0,005
Q22 X Desempenho	$R_s = 0,368$	0,050

As questões de usabilidade estão significativamente relacionadas ao desempenho indicando que quanto maior o escore da questão de usabilidade, maior foi o desempenho dos alunos. O número de questões de usabilidade significativas foi maior no grupo B em relação ao grupo A, ou seja, um total de oito questões de usabilidade significativas quanto ao desempenho para o grupo B, e um total de três questões para o grupo A.

As questões significativas quanto ao desempenho para o grupo A são as seguintes:

- Questão 4 - Estou orgulhoso das minhas soluções para os exercícios apresentados. Sinto que fiz algo significativo (Usabilidade pedagógica, Critério: Atividade do aluno);
- Questão 13 - A linguagem usada é natural. Os termos, as frases, os conceitos são similares àqueles usados no meu dia-a-dia ou no ambiente de estudo (Usabilidade geral da interface, Critério: Modelo do projetista e modelo do aluno, comparação entre o sistema e o mundo real);
- Questão 39 - O conteúdo está no nível apropriado de meu entendimento (Usabilidade técnica e pedagógica específicas para *websites*, Critério: Relevância do conteúdo para a aprendizagem).

Para o grupo B, as questões significativas quanto ao desempenho são:

- Questão 1 - O material de aprendizagem é dividido em partes (seções), minha tarefa é aprendê-las em uma ordem pré-definida. (Usabilidade pedagógica, Critério: Atividade do aluno);
- Questão 4 - Estou orgulhoso das minhas soluções para os exercícios apresentados. Sinto que fiz algo significativo (Usabilidade pedagógica, Critério: Atividade do aluno);
- Questão 5 - O material de aprendizagem avalia meus desempenhos com classificações (notas) de minhas atividades (Usabilidade pedagógica, Critério: Orientação a objetivos);

- Questão 6 - É mais útil aprender tópicos com este material no computador do que com livros em sala de aula (Usabilidade pedagógica, Critério: Valor agregado);
- Questão 7 – Este material exige que eu tenha conhecimentos de outro material de aprendizagem anterior (Usabilidade pedagógica, Critério: Avaliação do conhecimento prévio);
- Questão 14 - Não fico confuso com a forma com que símbolos, ícones, imagens são usados (Usabilidade geral da interface, Critério: Modelo do projetista e modelo do aluno, comparação entre o sistema e o mundo real);
- Questão 17 - Sinto como se eu estivesse no controle da minha própria aprendizagem ao interagir com o site (Usabilidade geral da interface, Critério: Controle do aluno e liberdade);
- Questão 18 - Eu posso usar meus próprios caminhos para encontrar o que eu quero aprender dentro do site (Usabilidade geral da interface, Critério: Controle do aluno e liberdade);
- Questão 22 - Gosto de aprender com questões de exemplo e suas soluções (Usabilidade pedagógica, Critério: *Feedback*, orientação e avaliação).

As questões de usabilidade técnica e pedagógica significativas ao desempenho para o grupo A são analisadas a seguir.

A questão 4 que corresponde ao critério atividade do aluno refere-se à aprendizagem baseada em resoluções de problemas. Os alunos concordaram que ao concluírem os exercícios apresentados no material de aprendizagem realizaram algo significativo, o que justifica um aumento quanto ao desempenho obtido através do teste de desempenho.

O critério modelo do projetista e modelo do aluno, comparação entre o sistema e o mundo real define que o sistema deve utilizar a linguagem do usuário, com palavras, frases e conceitos familiares ao usuário, ao invés de termos específicos de sistemas. Desta forma, a questão 13 determina que os termos, as frases e os conceitos abordados no material de

aprendizagem foram facilmente compreendidos pelos alunos, o que veio a comprovar a significância da questão para a aprendizagem.

A questão 39 se refere ao nível apropriado do conteúdo para o entendimento do aluno. Esta questão corresponde ao critério relevância do conteúdo para a aprendizagem, a qual define que o *website* deve apresentar um conteúdo motivador, relevante, apropriado e claro aos alunos.

A seguir são abordadas as questões de usabilidade técnica e pedagógica significativas ao desempenho para o grupo B.

As questões 1 e 4 correspondem ao critério atividade do aluno, que define que o material de aprendizagem pode afetar as tarefas que proporcionam a atividade ao aluno por serem interessantes e baseadas na vida real, e também por basearem-se na resolução de problemas de forma a facilitar a construção dos conceitos. Assim, por meio da questão 1 que define que o aluno realizou uma sequência de tarefas em uma ordem pré-definida, e da questão 4 que define que o aluno concorda ter realizado algo significativo nas soluções dos exercícios apresentados, comprovou-se que o material de aprendizagem do grupo B interferiu positivamente na aprendizagem dos alunos.

O critério orientação a objetivos estabelece que a aprendizagem deveria ser uma atividade orientada a metas, e para tanto, os alunos devem ser orientados no sentido de deixar claro quais são as metas e os objetivos de aprendizagem a serem alcançados. O material de aprendizagem apresentou exercícios com suas respectivas avaliações conforme mensagens enviadas pelo sistema. Caso o aluno não respondesse corretamente às questões, uma mensagem enviada pelo sistema informava a porcentagem de acertos e a necessidade de tentar responder novamente às questões incorretas. Portanto, a questão 5 impôs metas de aprendizagem a serem alcançadas pelos alunos, o que contribuiu para suas aprendizagens.

A questão 6 que define que os alunos preferem aprender com materiais digitais do que com livros em sala de aula está relacionada ao critério valor agregado. Este critério delinea que os materiais digitais agregam valor à aprendizagem por meio do uso criativo das possibilidades que o computador oferece, ou seja, arquivos de voz, imagens e vídeos,

aprendizagem iniciada e controlada pelo aluno, além de conteúdos interessantes. Assim sendo, constata-se que os aspectos do material digital vieram ao encontro dos interesses de aprendizagens dos alunos.

A questão 7 do grupo B (Este material exige que eu tenha conhecimentos de outro material de aprendizagem anterior) apresentou  $R = -0,378$  e  $p = 0,039$ , o que indica uma correlação significativa inversa do conhecimento anterior em relação ao desempenho, sugerindo que quanto menos os alunos concordaram com a questão que afirmava que conhecimentos de outro material anterior foram necessários para a aprendizagem do material do experimento, maiores foram seus desempenhos. Este fato pode ser justificado em função da inabilidade do sistema em permitir que as janelas de exercícios fossem fechadas a qualquer momento não impedindo ao aluno avançar no conteúdo disponibilizado. Outro aspecto a ser considerado está relacionado ao fato do conteúdo apresentado aos alunos referir-se a tópicos iniciais do conteúdo programático do curso, visto que os alunos estavam cursando as aulas iniciais do primeiro ano do curso. E de outra forma, pode também ser explicado pelo fato do material de aprendizagem elaborado para o experimento não ter abordado revisões de conceitos anteriores.

No critério modelo do projetista e modelo do aluno, compatibilidade entre o sistema e o mundo real o sistema deve seguir convenções do mundo real, fazendo com que a informação apareça em uma ordem lógica e natural. A questão 14 pode ser justificada quanto ao desempenho pelo fato dos alunos terem encontrado facilidade com a forma pela qual os símbolos, os ícones e as imagens foram apresentados.

Referente ao critério controle do usuário e liberdade verificou-se nas questões 17 e 18 que os alunos tiveram controle sobre suas tarefas e utilizaram seus próprios caminhos para encontrar o que queriam aprender dentro do site. Desta forma, obtiveram liberdade no controle de suas interações com o material de aprendizagem.

Os alunos concordaram com a importância da orientação para a aprendizagem dada por meio de questões de exemplo e suas soluções conforme consta na questão 22. O critério *feedback*, orientação e avaliação define que os alunos devem ser orientados à medida que realizam suas tarefas, o que vem a auxiliá-los na construção de seus conhecimentos.

## 5.10 DESEMPENHO E VARIÁVEIS SECUNDÁRIAS

### 5.10.1 Comparação do desempenho entre os gêneros

Por meio dos resultados do teste de comparações *t-student* para amostras independentes verificou-se que existe diferença significativa do desempenho entre os gêneros apenas no grupo B. Para este grupo observou-se um desempenho significativamente superior para o gênero masculino, visto que  $t = 2,91$  e  $p = 0,007$ . A utilização do teste *t-student* garantiu as condições de normalidade dos dados e de variâncias iguais para a análise de gênero, e desta forma, os resultados apresentados representam a quantidade de alunos que fizeram parte desta pesquisa.

Tabela 18 - Comparação do desempenho entre os gêneros

Gênero	n	Média	Desvio-padrão	t	p
<b>Grupo A</b>					
Masculino	19	5,13	2,96	0,26	0,794
Feminino	10	4,84	2,39		
<b>Grupo B</b>					
Masculino	22	6,94	2,44	2,91	0,007
Feminino	8	3,90	2,76		

Na figura a seguir são ilustradas as médias do desempenho entre os gêneros do grupo A e B.

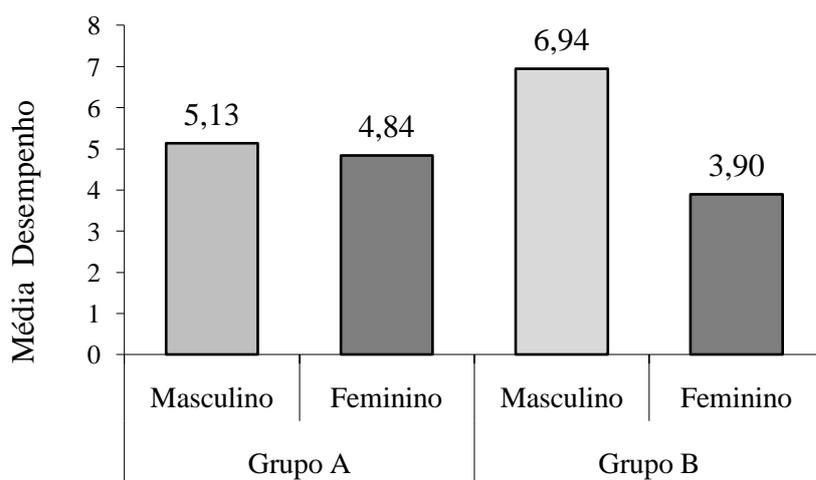


Figura 18 - Comparação do desempenho entre os gêneros

### 5.10.2 Comparação do desempenho em relação à idade

Através dos resultados da análise de correlação verificou-se que não existe correlação significativa entre o desempenho e a idade para nenhum dos grupos estudados.

Tabela 19 - Correlação entre o desempenho e a idade para cada grupo

Correlação	Coefficiente Correlação Pearson	p
<b>Grupo A</b>		
Desempenho X Idade	r= -0,359	0,056
<b>Grupo B</b>		
Desempenho X Idade	r= -0,045	0,813

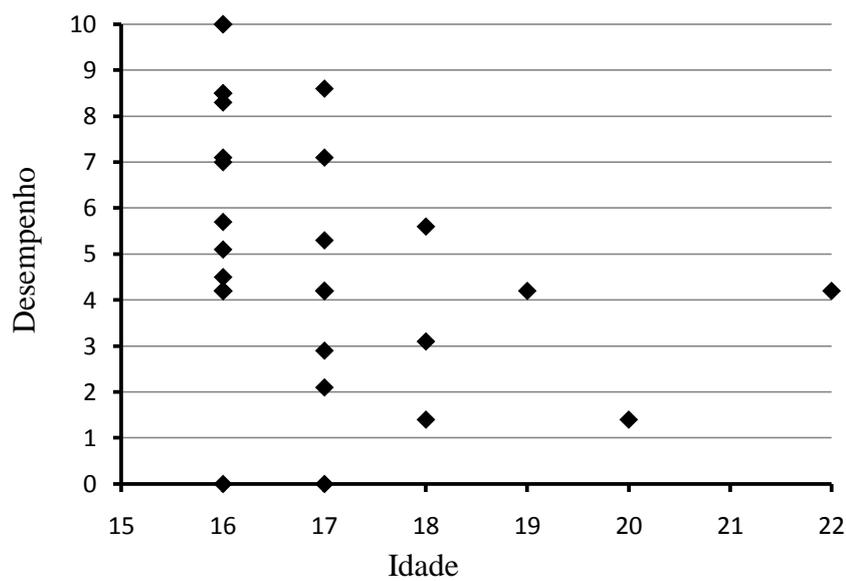


Figura 19 - Diagrama de dispersão entre desempenho e idade para o grupo A

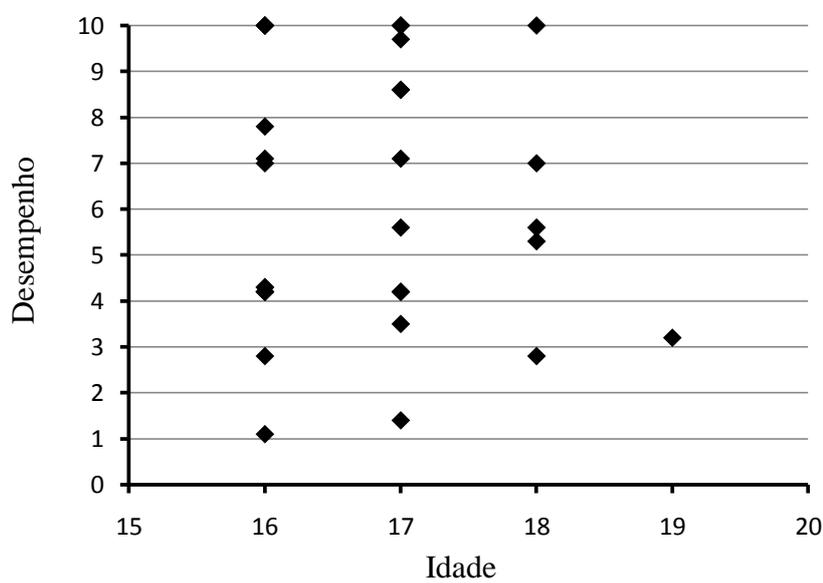


Figura 20 - Diagrama de dispersão entre desempenho e idade para o grupo B

### 5.10.3 Comparação do desempenho e a importância do conteúdo proposto

Observou-se que 58 alunos (98,3%), dos quais 29 alunos do grupo A e 29 alunos do grupo B consideraram o conteúdo apresentado como sendo importante para suas aprendizagens. Apenas 1 aluno do grupo B considerou o conteúdo como não sendo importante, desta forma, a análise desta variável foi apenas uma análise descritiva sem a realização de testes estatísticos.

### 5.10.4 Comparação do desempenho entre os alunos com ou sem experiência prévia sobre o conteúdo proposto

Através dos resultados do teste de comparações do teste *t-student* para amostras independentes verificou-se que existe diferença significativa do desempenho entre alunos com ou sem experiência prévia sobre o conteúdo proposto apenas para o grupo B. Para este grupo observou-se um desempenho significativamente superior para os alunos com experiência, sendo que o teste  $t=2,19$  e  $p=0,037$ .

Tabela 20 - Comparação do desempenho entre alunos com ou sem experiência prévia sobre o conteúdo de estudo

Experiência	n	Média	Desvio-padrão	t	p
<b>Grupo A</b>					
Sim	12	5,86	3,03	1,40	0,174
Não	17	4,44	2,44		
<b>Grupo B</b>					
Sim	13	7,35	2,34	2,19	0,037
Não	17	5,19	2,88		

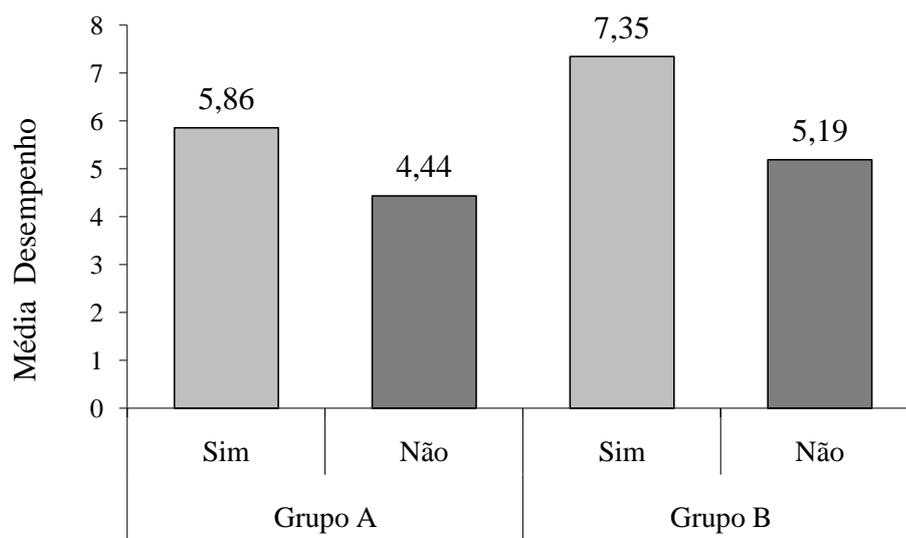


Figura 21 - Comparação do desempenho entre alunos com ou sem experiência prévia do conteúdo de estudo

## CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES

### 6.1 SÍNTESE DA TESE

O presente trabalho se propôs a estudar a correlação entre a usabilidade do material de aprendizagem e o desempenho dos alunos em *e-learning*. Os dados para o estudo foram coletados através da aplicação de um teste de avaliação do desempenho individual de cada aluno e de um questionário de avaliação da usabilidade técnica e pedagógica, os quais foram preenchidos após o período de interação dos alunos com o material de aprendizagem.

O objetivo principal desta pesquisa foi o de verificar se a usabilidade técnica e pedagógica do material de aprendizagem interfere no desempenho da aprendizagem de alunos em *e-learning*. Para tanto, foi realizado um comparativo entre dois materiais distintos de aprendizagem, ou seja, a interação de alunos com um material de aprendizagem que não apresentou condições de usabilidade técnica e pedagógica implementada (Grupo A), e a interação de outro grupo de alunos com um material de aprendizagem de mesmo conteúdo programático, mas que apresentou condições de usabilidade técnica e pedagógica implementadas (Grupo B).

Condições controladas foram empregadas no experimento no sentido de eliminar a influência de parâmetros que possivelmente viessem a interferir nos resultados das variáveis do experimento, a usabilidade técnica e pedagógica e o desempenho. Para tanto, foram definidos os seguintes parâmetros controlados:

- A amostra deste estudo de pesquisa apresentou-se homogênea em relação à idade dos alunos, à opinião dos alunos sobre a importância do conteúdo, e em relação à experiência prévia dos alunos quanto ao conteúdo de estudo abordado.
- Os experimentos foram realizados com duas das turmas de alunos que utilizaram as mesmas configurações de *hardware* e *software* (resolução de vídeo, tamanho de vídeo), assim como de velocidade da rede (acesso à Internet ao mesmo tempo).
- Ambos os materiais de aprendizagem apresentaram textos e propostas de exercícios com conteúdos idênticos, sendo que as diferenças relacionaram-se especificamente aos aspectos de usabilidade técnica e pedagógica empregados na apresentação dos mesmos.
- Todos os alunos faziam parte do primeiro semestre do Curso Técnico Profissionalizante em Rede de Computadores.

## 6.2 USABILIDADE TÉCNICA E PEDAGÓGICA

### 6.2.1 Avaliação da usabilidade técnica e pedagógica

A usabilidade técnica e pedagógica do material de aprendizagem do grupo B foi caracterizada por um alto nível de usabilidade de acordo com a classificação da usabilidade realizada através do questionário de avaliação respondido pelos alunos. O escore de 4,21 para o grupo B e o escore 3,24 para o grupo A em relação à escala de classificação que varia de 1 a 5, demonstrou um alto nível de usabilidade do material de aprendizagem do grupo B. Ao compararmos o grupo B em relação ao grupo A constatou-se uma diferença estatisticamente significativa da usabilidade que foi demonstrada através do Teste *t* de *Student*, sendo  $t=11,97$  e  $p=0,000$ . Desta forma, a usabilidade dos dois materiais de aprendizagem avaliada pelos alunos correspondeu à expectativa da metodologia proposta no experimento que visava proporcionar materiais de aprendizagem distintos, ou seja, um material sem a implementação da usabilidade técnica e pedagógica (grupo A) e outro que empregava condições adequadas de usabilidade técnica e pedagógica (grupo B).

No que concerne às questões de usabilidade quando comparadas entre si para os grupos, constatou-se que todas as questões do grupo B apresentaram escores significativamente superiores de usabilidade em relação às questões do grupo A comprovando o uso da usabilidade técnica e pedagógica no material de aprendizagem do grupo B, com exceção da questão que diz respeito às mensagens de erros indicarem precisamente o problema. A média desta questão foi de 2,82 para o grupo A e de 3,31 para o grupo B. Condições distintas quanto às instruções, às sugestões e aos botões das mensagens de erros foram estabelecidas para cada grupo. No entanto, mesmo que a média do grupo B tenha sido maior, a condição de diferença significativa não pôde ser garantida para nenhum dos grupos no que diz respeito a esta questão.

A usabilidade utilizada nos experimentos foi composta de três categorias, as quais foram: usabilidade geral da interface, usabilidade técnica e pedagógica específicas para *websites*, e a usabilidade pedagógica. Cada categoria abrange um conjunto de critérios e suas respectivas questões de usabilidade conforme a base de 72 questões de usabilidade elaborada para esta pesquisa. No entanto, nem todos os critérios da base de critérios e questões foram utilizados na aplicação dos experimentos deste estudo, visto que nem todas as questões eram aplicáveis ao material de aprendizagem proposto. Assim, os critérios relativos às respectivas categorias utilizados nos experimentos são descritos a seguir. A categoria de usabilidade geral da interface está relacionada aos critérios de visibilidade do status do sistema; modelo do projetista e modelo do aluno, em comparação entre o sistema e o mundo real; controle do aluno e liberdade; consistência e aderência às normas; prevenção de erros; e reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros. A categoria de usabilidade técnica e pedagógica específicas para *websites* corresponde aos critérios de simplicidade de navegação, organização e estrutura; e relevância do conteúdo para a aprendizagem. E, a categoria de usabilidade pedagógica diz respeito aos critérios de atividade do aluno; controle do aluno; orientação a objetivos; aplicabilidade; valor agregado; avaliação do conhecimento prévio; *feedback*; *feedback*, orientação e avaliação; contexto significativo ao domínio do aluno; e motivação, criatividade e aprendizagem ativa.

A confrontação das médias finais dos escores de usabilidade para cada grupo foi de 3,24 para o grupo A e de 4,24 para o grupo B. As três categorias apresentaram médias quase iguais ou iguais à média final de usabilidade em cada grupo, indicando que as três categorias

avaliadas pelos alunos quando comparadas entre si apresentaram um mesmo nível de importância, não ocorrendo indicação de que alguma das categorias tenha sido mais problemática ou facilitadora na interação dos alunos para com os materiais de aprendizagem, em ambos os grupos.

### **6.2.2 Pontos críticos de usabilidade**

Os pontos críticos da usabilidade foram analisados no sentido de definir quais aspectos de usabilidade causaram interferência na interação dos alunos com as interfaces do material de aprendizagem, impossibilitando a realização de tarefas ou ainda acarretando uma sobrecarga cognitiva no processo de aprendizagem. A avaliação se fez pelos próprios alunos, preenchendo um questionário de satisfação orientado às 47 questões definidas como aplicáveis, as quais os alunos responderam discordar totalmente, discordar parcialmente ou estarem indecisos.

Os pontos mais críticos segundo a avaliação dos alunos do grupo A para a categoria de usabilidade geral da interface refere-se ao critério de reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros; para a usabilidade técnica e pedagógica específicas para *websites* os pontos críticos referem-se à relevância do conteúdo para a aprendizagem; e à simplicidade de navegação, organização e estrutura; e para a usabilidade pedagógica referem-se aos critérios de avaliação do conhecimento prévio; atividade do aluno; motivação, criatividade e aprendizagem ativa. O grupo B apresentou somente uma questão como ponto crítico na categoria de usabilidade pedagógica, a qual se refere ao critério de avaliação do conhecimento prévio.

No que se refere à categoria de usabilidade geral da interface, aspectos ligados ao critério reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros foi considerado como crítico para o grupo A. De fato, o material usado por este grupo impunha dificuldades em relação à ação a ser executada pelo aluno para a resolução do problema, visto que as instruções, as descrições textuais e os botões não proporcionavam explicações claras. Para a categoria de usabilidade geral da interface, o critério reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros apresentou problemas quanto às mensagens de erros do grupo A que impuseram dificuldades em relação à ação a ser executada pelo aluno para a resolução do problema, visto que as

instruções, as descrições textuais e os botões não proporcionaram explicações claras. Um alto grau de severidade foi atribuído a tais problemas, o que pode ter gerado dificuldades que impuseram um custo ou perda inaceitável aos alunos, por impedir o uso do material de aprendizagem ou conduzi-los a sair do *website*.

Para a categoria de usabilidade técnica e pedagógica específicas para *websites*, o critério de relevância do conteúdo para a aprendizagem apresentou problemas quanto à identificação dos direitos autorais do conteúdo abordado e da atualização e endereço da página em uso. Os alunos identificaram como crítico o critério de simplicidade de navegação, organização e estrutura devido ao uso excessivo da barra de rolagem para encontrar as informações que estavam sendo procuradas. De fato, a página de conteúdo do grupo A correspondia a seis páginas impressas e não apresentava um sumário dos tópicos com *links* textuais para facilitar a navegação. Tais aspectos foram considerados como de baixo grau de severidade pelos especialistas, o que sugere que os problemas podem ter causado confusão e frustração aos alunos, acarretando perdas de qualidade na interação.

Para a categoria de usabilidade pedagógica, o critério de avaliação do conhecimento prévio indicou que os alunos do grupo A não concordaram com a necessidade de possuir conhecimento prévio de outro material de aprendizagem. Classificado como um problema de baixo grau de severidade, este problema sugere que os alunos podem ter sentido o problema como irritante, mas que possivelmente conseguiram contorná-lo. Também para o critério de avaliação do conhecimento prévio pôde-se verificar que os alunos do grupo A também não concordaram com a necessidade de responder corretamente às questões de problemas para somente então prosseguirem para um novo tópico de aprendizagem. Tal fato pode ser atribuído à inabilidade do sistema em prevenir que a janela de exercícios fosse fechada a qualquer momento. Este problema pode ter causado confusão e frustração, levando a perdas de qualidade nas interações dos alunos, visto que o problema foi classificado como um problema de grau de severidade médio.

Ainda para a categoria de usabilidade pedagógica, o critério de atividade do aluno indicou que os alunos do grupo A não estavam suficientemente engajados na aprendizagem; não concordaram estarem realizando algo significativo; e ainda, acharam que as questões para a aprendizagem seguiam sempre os mesmos modelos para as resoluções de problemas. Tais

fatos comprovam que o material de aprendizagem do grupo A não apresentou tarefas que proporcionassem atividades interessantes aos alunos. O critério motivação, criatividade e aprendizagem ativa indicou que os alunos estavam insatisfeitos quanto ao visual e atmosfera do site, o que veio a impedir que os alunos se sentissem motivados ou aptos a desenvolver a criatividade. A este problema estão associados aspectos utilizados propositalmente na elaboração do material do grupo A, tais como o uso de textos contínuos ao invés de blocos de informações; títulos de tópicos e sub-tópicos apresentados sem distinção; cores pouco contrastantes entre texto em cor amarela e fundo da página em cor verde, dificultando a leitura e a atenção; ícones incompreensíveis e sem descrição textual; *links* não consistentes; necessidade de uso excessivo da barra de rolagem; entre outros. Finalmente, tanto os problemas relativos ao critério de atividade do aluno como ao critério de motivação, criatividade e aprendizagem ativa corresponderam ao grau de severidade médio, portanto, estes problemas podem ter acarretado confusão ou frustração aos alunos, gerando perdas de qualidade nas interações para com o material de aprendizagem.

Como único ponto crítico no que se refere ao grupo B, o critério de avaliação do conhecimento prévio indicou que os alunos não concordaram com a necessidade de responderem corretamente às questões de problemas para somente então prosseguirem para um novo tópico de aprendizagem. O que se justifica em função da inabilidade do sistema em prevenir que a janela de exercícios fosse fechada a qualquer momento. Por ser classificado como um grau de severidade médio, este problema pode ter causado confusão e frustração, levando a perdas de qualidade das interações dos alunos.

### **6.2.3 Pontos facilitadores de usabilidade**

Os pontos facilitadores da usabilidade segundo a avaliação dos alunos foram analisados no sentido de se verificar quais são os aspectos da usabilidade que auxiliaram aos alunos em suas interações com as interfaces do material de aprendizagem. Para tanto, foram considerados como pontos facilitadores as dez questões avaliadas com os maiores escores de usabilidade, para ambos os grupos.

Segundo a avaliação dos alunos do grupo A, os pontos facilitadores que dizem respeito à categoria de usabilidade geral da interface referem-se aos critérios de visibilidade

do status do sistema e de consistência e aderência às normas. Para a usabilidade pedagógica os critérios referem-se ao *feedback*, orientação e avaliação; valor agregado; *feedback*; aplicabilidade; atividade do aluno; e ao controle do aluno.

Para a categoria de usabilidade geral da interface no grupo A, o critério de visibilidade do status do sistema, define que o sistema apresentou *feedback* imediato; e o critério de consistência e aderência às normas afirma que os *links* das páginas correspondiam aos títulos das páginas às quais estavam vinculadas.

Para a categoria de usabilidade pedagógica, as respostas dos alunos do grupo A às questões do critério de *feedback*, orientação e avaliação, indicam que eles gostaram de aprender com questões de exemplo e suas soluções; as respostas as questões associadas ao critério de valor agregado indicam que os programas utilizados foram considerados simples e práticos de usar e que as imagens auxiliaram na aprendizagem; as respostas as questões associadas ao critério de *feedback* indicam que os alunos gostaram quando o programa enviou um aviso amigável quando eles erraram a solução de uma tarefa; as respostas associadas ao critério aplicabilidade indicam que o material de aprendizagem ensinou habilidades e conhecimentos que os alunos necessitarão no futuro e que também proporcionou inicialmente um exemplo de exercício com uma solução correta; as respostas associadas ao critério de atividade do aluno indica que o material de aprendizagem foi apresentado em partes (seções), e a tarefa do aluno foi aprendê-las em uma ordem pré-definida; e ainda, as respostas associadas ao critério de controle do aluno indica que cada página apresentou todos os botões de navegação ou hiperlinks necessários, tais como, anterior (voltar), próxima e página inicial (*homepage*).

Através da análise da classificação das questões de usabilidade avaliadas segundo os alunos do grupo B, pôde-se verificar que os critérios que dizem respeito às questões de usabilidade avaliadas de maiores escores foram as seguintes: valor agregado; controle do aluno; *feedback*, orientação e avaliação; visibilidade do status do sistema; *feedback*; modelo do projetista e modelo do aluno, comparação entre o sistema e o mundo real; aplicabilidade; atividade de aluno; consistência e aderência às normas; e motivação, criatividade e aprendizagem.

Para a categoria de usabilidade geral da interface, o critério de visibilidade do status do sistema, os alunos do grupo B concordaram com a questão que afirmava que o sistema apresentou *feedback* imediato; para o critério de consistência e aderência às normas, os alunos concordaram que os *links* das páginas correspondiam aos títulos das páginas às quais estavam vinculadas; e para o critério de modelo do projetista e modelo do aluno, comparação entre o sistema e o mundo real, os alunos concordaram que os símbolos, os ícones e as imagens foram usados de forma clara.

Para a usabilidade pedagógica, o critério de valor agregado refere-se aos alunos do grupo B terem concordado que os programas eram simples e práticos de usar; o critério de controle do aluno diz respeito à presença dos botões de navegação ou *hiperlinks* necessários; o critério de *feedback*, orientação e avaliação refere-se aos alunos terem gostado de aprender com questões de exemplo e suas soluções; o critério de *feedback* define que o programa enviou um aviso amigável em uma situação de erro na realização de uma tarefa; o critério de aplicabilidade define que o material de aprendizagem proporcionou primeiramente um exemplo de exercício com uma solução correta; o critério de atividade do aluno determina que os alunos concordaram que o material de aprendizagem estava dividido em partes (seções), e suas tarefas seriam aprendê-las em uma ordem pré-definida; e para o critério de motivação, criatividade e aprendizagem os alunos concordaram gostar dos testes e jogos apresentados no *website*.

### 6.3 IMPACTO DA USABILIDADE TÉCNICA E PEDAGÓGICA SOBRE O DESEMPENHO

O impacto da avaliação da usabilidade técnica e pedagógica sobre o desempenho dos alunos foi investigado através da análise estatística dos resultados obtidos através da aplicação da metodologia. Para tanto, foram avaliadas a significância da diferença entre as médias de desempenhos entre os grupos, a significância da diferença entre as médias de desempenhos entre os grupos considerando-se somente as questões respondidas, a correlação entre a usabilidade e o desempenho, e as questões de usabilidade significativas ao desempenho.

### 6.3.1 Desempenho entre os grupos

O desempenho dos alunos foi comparado entre os grupos utilizando o Teste *t* de *Student* para amostras independentes. Para tanto foram calculadas as médias e os desvios-padrão dos dois grupos e comparadas entre si. A média de desempenho do grupo A foi de 5,03 e desvio-padrão de 2,74, e para o grupo B de 6,13 e desvio-padrão de 2,83. Constatou-se que não houve diferença significativa entre os grupos A e B, no entanto, a tendência a um maior desempenho do grupo B em relação ao grupo A requer outros estudos complementares. O fato das médias de desempenho não terem apresentado diferença significativa entre os grupos, pode ser justificada pelo alto valor de desvio-padrão (variação) que muitas vezes impede que médias diferentes acusem significância.

### 6.3.2 Desempenho isolando-se o fator falta de tempo

Por se considerar a opinião dos alunos de ambos os grupos quanto à falta de tempo enfrentada para a conclusão da tarefa de aprendizagem do conteúdo disponibilizado no material de aprendizagem, necessitou-se isolar o parâmetro falta de tempo dos resultados obtidos através do teste de desempenho. Através desta análise verificou-se uma média de desempenho de 5,04 para o grupo A e de 6,42 para o grupo B. Por meio dos resultados do teste de comparações *t-student* para amostras independentes observou-se um desempenho significativamente superior do grupo B, visto que  $t = 1,90$  e  $p = 0,062$ . Portanto, o desempenho mostrou-se significativo somente para os alunos do grupo B que interagiram com o material de aprendizagem com condições de usabilidade técnica e pedagógica implementadas.

### 6.3.3 Correlação entre a usabilidade e o desempenho

A análise da correlação entre a usabilidade e o desempenho foi realizada no sentido de examinar a existência de correlação entre o desempenho individual de cada aluno e os resultados de sua avaliação da usabilidade, isto é, examinar se os alunos que obtiveram classificações de desempenho maiores avaliaram a usabilidade do material de aprendizagem com escores de usabilidade mais altos. Visto que a usabilidade pode ser considerada somente uma das variáveis a ser avaliada como podendo interferir no desempenho dos alunos, outras

variáveis tais como a idade, o gênero, o conhecimento prévio e a importância do conteúdo para a aprendizagem foram analisados neste estudo. Desta forma, teve-se como objetivo verificar outras correlações quanto aos resultados de desempenho, visto que a correlação da usabilidade técnica e pedagógica não apresentou uma correlação significativa. Esta afirmação pode ser justificada, pela análise dos resultados calculada através do Coeficiente de Correlação Pearson, que apresentou o valor de  $r= 0,122$  para o grupo A, e de  $r= 0,155$  para o grupo B. Ambos os valores são considerados de baixa correlação, indicando que não há correlação significativa entre o desempenho e a usabilidade para nenhum dos grupos estudados.

#### **6.3.4 Desempenho e as questões de usabilidade significativas**

No entanto, ao avaliarmos as correlações entre o desempenho e as questões de usabilidade técnica e pedagógica, verificou-se que há correlação significativa direta para algumas questões de usabilidade, indicando que quanto maior o escore da questão de usabilidade, maior foi o desempenho dos alunos. O número de questões de usabilidade significativas foi maior no grupo B em relação ao grupo A, ou seja, um total de nove questões de usabilidade significativas quanto ao desempenho para o grupo B, e um total de três questões para o grupo A.

As questões de usabilidade significativas ao desempenho dos alunos do grupo A para a categoria de usabilidade pedagógica, conforme o critério de atividade do aluno se refere à aprendizagem baseada em resoluções de problemas, visto que os alunos concordaram que ao concluírem os exercícios apresentados no material de aprendizagem realizaram algo significativo, o que justifica um aumento quanto ao desempenho obtido através do teste de desempenho. Para a categoria da usabilidade geral da interface, o critério modelo do projetista e modelo do aluno, comparação entre o sistema e o mundo real define que os termos, as frases e os conceitos abordados no material de aprendizagem foram facilmente compreendidos pelos alunos, o que veio a comprovar a significância da questão para a aprendizagem. E para a categoria de usabilidade técnica e pedagógica específicas para *websites*, o critério de relevância do conteúdo para a aprendizagem diz respeito à concordância dos alunos quanto ao nível apropriado do conteúdo em seus entendimentos. Portanto, o *website* apresentou um conteúdo apropriado e claro aos alunos.

Para o grupo B, as questões de usabilidade significativas ao desempenho, na categoria de usabilidade pedagógica e que dizem respeito ao critério de atividade do aluno definem que os alunos seguiram uma sequência de tarefas em uma ordem pré-definida, e concordaram ter realizado algo significativo nas soluções dos exercícios apresentados, comprovando que o material de aprendizagem interferiu positivamente na aprendizagem dos alunos. O critério de orientação a objetivos refere-se à aprendizagem orientada a metas, ao classificar os desempenhos dos alunos, impondo metas de aprendizagem a serem alcançadas, contribuindo desta forma para suas aprendizagens. Já o critério de valor agregado avaliou que os alunos preferiram aprender com os materiais digitais ao invés de com livros em sala de aula, visto que o computador oferece possibilidades como arquivos de voz, imagens e vídeos, aprendizagem iniciada e controlada pelo aluno, além de conteúdos interessantes. Assim sendo, constata-se que os aspectos do material digital supriram os interesses de aprendizagem dos alunos. O critério de *feedback* refere-se à importância da orientação para a aprendizagem dada por meio de questões de exemplo e suas soluções, visto que os alunos são orientados à medida que realizam suas tarefas, o que vem a auxiliá-los na construção de seus conhecimentos.

Ainda para a categoria de usabilidade pedagógica, o critério de avaliação do conhecimento prévio, apresentou uma correlação significativa inversa, indicando que quanto menos os alunos concordaram com a questão que sugeria que conhecimentos de outro material anterior foram necessários para a aprendizagem do material do experimento, maiores foram seus desempenhos. Este fato pode ser justificado em função da inabilidade do sistema em permitir que as janelas de exercícios fossem fechadas a qualquer momento não impedindo ao aluno avançar no conteúdo disponibilizado. Outro aspecto a ser considerado está relacionado ao fato do conteúdo apresentado aos alunos referir-se a tópicos iniciais do conteúdo programático do curso, visto que os alunos estavam cursando as aulas iniciais do primeiro ano do curso. E de outra forma, pode também ser explicado pelo fato do material de aprendizagem ter sido elaborado para o experimento sem prever revisões de conceitos anteriores.

Para a usabilidade geral da interface, o critério modelo do projetista e modelo do aluno define que o sistema deve seguir convenções do mundo real, apresentando as informações em uma ordem lógica e natural. Seguindo este critério, pôde-se verificar que os alunos

consideraram os símbolos, os ícones e as imagens claros aos seus entendimentos. As respostas às questões relativas ao critério de controle e liberdade do usuário revelaram que os alunos tiveram controle sobre suas tarefas e utilizaram seus próprios caminhos para encontrar o que queriam aprender dentro do *website*. Desta forma, obtiveram liberdade no controle de suas interações para com o material de aprendizagem.

#### 6.4 ANÁLISE DE VARIÁVEIS SECUNDÁRIAS SOBRE O DESEMPENHO

A usabilidade pode ser considerada somente uma das variáveis a ser avaliada como podendo interferir no desempenho dos alunos; outras variáveis tais como a idade, o gênero, o conhecimento prévio e a importância do conteúdo para a aprendizagem também foram analisadas neste estudo. Desta forma, verificou-se que uma forte correlação dos resultados de desempenho do experimento de avaliação da usabilidade deveria ser desconsiderada até certo ponto.

A variável de gênero, masculino e feminino, apresentou diferença significativa quando comparados entre si para cada grupo em relação ao desempenho. Por meio dos resultados do teste de comparações *t-student* para amostras independentes verificou-se que existe diferença estatisticamente significativa do desempenho entre os gêneros apenas para o grupo B, em que o desempenho foi significativamente superior para o gênero masculino que interagiu com o material de aprendizagem usável.

Ao analisarmos a variável de idade através dos resultados da análise de correlação verificou-se que não houve correlação significativa entre o desempenho e a idade para nenhum dos grupos estudados. Portanto, não houve interferência da idade para com a aprendizagem dos alunos.

No que concerne à variável de experiência prévia sobre o conteúdo estudado, os resultados quando comparados através teste *t-student* para amostras independentes apresentaram uma diferença significativa somente para o grupo B, em que o desempenho foi significativamente superior para os alunos que já apresentavam experiência prévia sobre o conteúdo estudado no material de aprendizagem. Assim, os alunos com experiência prévia

apresentaram um maior desempenho, como já era esperado. No entanto, este desempenho somente foi significativo para os alunos que interagiram com o material de aprendizagem que apresentava condições de usabilidade técnica e pedagógica implementadas, o que indica que um material que empregue condições adequadas de usabilidade técnica e pedagógica veio a proporcionar um aumento de desempenho dos alunos.

Conforme a opinião dos alunos constatou-se com a exceção de um aluno, que todos os alunos consideraram o conteúdo do material de aprendizagem como sendo importante para suas aprendizagens. Portanto, esta variável não apresentou diferença para nenhum dos grupos estudados.

## 6.5 CONCLUSÕES FINAIS

A conclusão final deste estudo está relacionada à importância da usabilidade técnica e pedagógica para materiais de aprendizagem em *e-learning*. Apesar de não ter sido comprovada a significância para todas as variáveis que abrangeram a avaliação do impacto da usabilidade técnica e pedagógica sobre o desempenho de aprendizes em *e-learning*, foi demonstrado que a usabilidade apresentou uma interferência significativa sobre o desempenho dos alunos.

Concluiu-se que o material de aprendizagem mais usável, ou seja, o material de aprendizagem que empregava a usabilidade técnica e pedagógica não apresentou uma diferença estatisticamente significativa em relação ao desempenho entre os grupos, no entanto a tendência a um maior desempenho do grupo B em relação ao grupo A expressa uma necessidade de se fazer novas investigações. Quando o parâmetro falta de tempo foi isolado dos resultados do desempenho para ambos os grupos, pôde-se concluir que o grupo que interagiu com o material que apresentava condições de usabilidade técnica e pedagógica implementadas apresentou uma diferença significativamente superior do desempenho em relação ao grupo que não apresentava condições de usabilidade implementadas. O que comprova a interferência da usabilidade técnica e pedagógica sobre o desempenho.

Ao se analisar a correlação entre a usabilidade e o desempenho verificou-se que não houve uma correlação significativa para nenhum dos grupos.

E por último, ao analisarmos a correlação individual de questões de usabilidade em relação ao desempenho concluiu-se que houve correlação significativa para questões de usabilidade técnica e pedagógica em ambos os grupos, sendo que houve um impacto maior de questões significativas ao grupo que utilizou o material de aprendizagem com condições de usabilidade técnica e pedagógica implementadas.

Além da usabilidade técnica e pedagógica, outras variáveis foram analisadas no sentido de verificar suas interferências sobre o desempenho, as quais foram o gênero, a idade, o conhecimento prévio e a importância do conteúdo para a aprendizagem. Através da análise estatística pôde-se concluir que as variáveis de gênero e experiência prévia do conteúdo abordado apresentaram interferência significativa sobre o desempenho para os alunos do grupo que utilizaram o material de aprendizagem sob condições de usabilidade técnica e pedagógica adequadas.

## 6.6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A principal sugestão se refere à confrontação dos resultados obtidos neste estudo a outras pesquisas aplicando variados métodos de avaliação da usabilidade. Assim como no estudo apresentado, estes devem englobar a usabilidade técnica e pedagógica no sentido de avaliar as diferenças quanto ao desempenho de alunos, e também identificar suas contribuições para o *e-learning*.

Sugere-se também uma avaliação da correlação entre a usabilidade e o desempenho com uma ampla amostra de alunos, buscando controlar e isolar um maior número possível de variáveis que possam interferir nos experimentos, assim como, a avaliação das variáveis entre si.

Recomenda-se, no caso de confrontar a variável de gêneros quanto ao desempenho, a utilização de uma amostra com um maior número de participantes possível para ambos os gêneros.

No sentido de isolar possíveis interferências do conhecimento prévio dos alunos em relação aos resultados de desempenho obtidos através do teste de desempenho, sugere-se a aplicação de um pré-teste de desempenho no sentido de confrontar os resultados quanto ao desempenho dos alunos.

E finalmente, verifica-se a importância do desenvolvimento de novas recomendações de usabilidade específicas ao *e-learning*, assim como novos critérios, amplamente testados e estatisticamente comprovados.

## REFERÊNCIAS

- ARANGO, H. **Bioestatística teórica e computacional**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 2001.
- ARDITO, C.; COSTABILE, M. F.; MARSICO, M. De. et al. **An Approach to usability evaluation of e-learning applications**. Springer-Verlag, Publisher online: 8 dec 2005.
- ARDITO, C.; MARSICO, M. De; LANZILOTTI, R. et al. **Usability of E-Learning Tools**. In: Proceedings of AVI 2004, Gallipoli (Italy), v. mai. 25-28, p. 80-84, 2004.
- BAKER, K.; GREENBERG, S.; GUTWIN, C. **Empirical development of a Heuristics Evaluation methodology for Shared Workspace Groupware**. In: Proceedings of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW 02), New Orleans, Louisiana, USA, v. nov. 16-20, p. 96-105, 2002.
- BATTLESON, B.; BOOTH, A.; WEINTROP, J. **Usability Testing of an Academic Library Web Site: A Case Study**. Elsevier Science Inc., The Journal of Academic Librarianship, University of Buffalo, New York, USA, v. 27, n. 3, p. 188-198, 2001.
- BASTIEN, J.M.C.; SCAPIN, D.L. **Evaluating a user interface with ergonomic criteria**. International Journal of Human-Computer Interaction: v.7, n.2, p.105-121, 1995.
- BEVAN, Nigel. **Usability is Quality of Use**. In: Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on Human Computer Interaction, Yokohama: Ed. Anzai & Ogawa, Elsevier, 1995. Disponível em:  
< <http://www.usability.serco.com/papers/usabis95.pdf>>. Acesso em: jan. 2002.
- BLACK, E. **Behaviorism as a Learning Theory**. 1995. Disponível em:  
<<http://www.129.7.160.115/inst593/Behaviorism.htm>>. Acesso em: jan. 2008.
- BRAJNIK, Giorgio. **Automatic web usability evaluation: what needs to be done?** Proceedings of Human Factors and the Web, 6th Conference, Austin, Jun. 2000. Disponível em: < <http://www.dimi.uniud.it/~giorgio/papers/hfweb00.html> >. Acesso em: out. 2002.
- CHALMERS, Patrícia A. **The role of cognitive theory in human-computer interface**. Elsevier Science Ltd., Computers in Human Behavior, Crew System Interface Division, US Air Force, v. 19, p. 593-607, 2003.

CHANDLER, P.; SWELLER, J. **The split-attention as a factor in the design of instruction.** British Journal of Educational Psychology, v. 62, p. 233-246, 1992.

CHOU, C.; TSAI, C. **Developing Web-based curricula:** Issues and challenges. Journal of Curriculum Studies, v. 34, p. 623-636, 2002.

COSTABILE, M. F.; MATERA, M. **Guidelines for Hypermedia Usability Inspection.** IEEE Multimedia, v. jan.-mar., p. 66-69, 2001.

CONOLE, G.; DYKE, M.; OLIVER, M. et al. **Mapping pedagogy and tools for effective learning design.** Elsevier Ltd., Computer & Education, v. 43, p. 17-33, 2004.

De ANGELI, A.; MATERA, M; COSTABILE, M.F. et al. **Validating the SUE Inspection Technique.** Proceedings of AVI 2000, Palermo (Italy), v. mai. 23-26, p. 143-150, 2000.

DEWALD, N. H. **Pedagogy and Andragogy.** In: E.A. Dupuis. Ed., Developing Web-Based Instruction: Planning, Designing, Managing, and Evaluating for Results. London: Facet Publishing, 2003.

DIAS, Cláudia. **Usabilidade na Web:** criando portais mais acessíveis. 2. ed. Rio de Janeiro: Alta Books Ltda., 2007, 296 p.

DIAZ, P.; SICILIA, M-Á.; AEDO, I. **Evaluation of Hypermedia Educational Systems:** Criteria and Imperfect Measures. IEEE: Proceedings of the International Conference on Computer in Education (ICCE'02), 2002.

DIX, A. J.; FINLAY, J. E.; ABOWD, G. D. et al. **Human Computer Interaction.** 3. Ed. Staffordshire Hemel Education Limited, 2004.

DOCHY, F.; SEGERS M.; BOSSCHE, P. et al. **Effects of problem-based learning: a meta-analysis.** Elsevier Science Ltd., Learning and Instruction, University of Leuven, Belgium, University of Maastricht, The Netherlands, v. 13, p. 533-568, 2003.

DRINGUS, Laurie P. **An Iterative Usability Evaluation Procedure for Interactive Online Courses.** Journal of Interactive Instruction Development, v. 7, n. 4, p. 10-14, 1995.

DUFFY, T.M.; JONASSEN, D.H. **Constructivism: New Implications for Instructional Technology.** Educational Technology, v. 31(2), p. 7-12, 1991.

GAGNE, R.; GLASER, R. **Foundations in Learning Research.** In: R.M. Ed. Gagne, Instructional Technology: Foundations. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, 1987.

GOVINDASAMY, T. **WebCT Exemplary Course Project 2003:** Living Belief. 2003. Disponível em:

<[http://www.webct.com./exemplary/viewpage?name=exemplary\\_2003\\_grahams](http://www.webct.com./exemplary/viewpage?name=exemplary_2003_grahams)>. Acesso em: jan. 2007.

ISO 9241. **Ergonomic Requirements for office work with visual display terminals.** Part 10: Dialogue Principles; Draft International Standard ISO, 1996.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Part 11: Usability Statements; Draft International Standard ISO, 1998.

HALE, C.; FRENCH, D. **Web-related Assessment and Evaluation**. Stylus Publications, USA, 1999.

HALL, R.H. **Web-Based Training Site Design Principles: A literature Review and Synthesis**. New Jersey: Educational Technology Publications, 2001.

HALLAHAN, Kirk. **Improving public relations Web sites through usability research**. Elsevier Science Inc., Public Relations Review, Colorado State University, USA, v. 27, n. 2, p. 223-239, 2001.

HARTSON, H.R.; CASTILLO, J.C.; KELSO, J. et al. **Remote Evaluation: The Network as an Extension of Usability Laboratory**. In: Proceedings of CHI'96 Human Factors in Computing Systems, p.228-235. Disponível em:  
<<http://research.cs.vt.edu/usability/projects/remote%20evaln/remote%20evaln.htm>>. Acesso em: jul. 2002.

HIS, S.; SOLOWAY, E. **Learner-Centered Design: Addressing, Finally, the Unique Needs of Learners**. Proceedings of Computer Human Interaction '98, p. 211-212, 1998.

HOM, James. **The Usability Methods Toolbox**, 1996. Disponível em:  
<<http://jthom.best.vwh.net/usability/toc.htm>>. Acesso em: jul. 2002.

INSTONE, Keith. **Site Usability Evaluation**. 1997. Disponível em:  
<<http://www.webreview.com>>. Acesso em: out. 2002.

JEFFRIESS, R.; MILLER, J.; WHARTON, C. et al. **User Interface Evaluation in the Real World: a Comparison of Four Techniques**. Proceedings of CHI'91, New Orleans, LA, USA, ACM Press, p. 119-124, 1991.

KUKULSKA-HULME, A.; SHIELD, L. **The keys to usability in e-learning Websites**. The Open University, 2004. Disponível em:  
[http://www.networkedlearningconference.org.uk/past/nlc2004/proceedings/individual\\_papers/kukulska\\_shield.htm](http://www.networkedlearningconference.org.uk/past/nlc2004/proceedings/individual_papers/kukulska_shield.htm). Acesso em: jul. 2008.

LANDONI, M.; DIAZ, P. **E-education: Design and Evaluation for Teaching and Learning**. Journal of Digital Information, v. 3, n. 220, 2003. Disponível em:  
<<http://jodi.tamu.edu/Articles/v03/i04/editorial/>>. Acesso em: jul. 2006.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. **Evaluation of Hypermedia Educational Systems: Criteria and Imperfect Measures**. Proceedings of the International Conference on Computers in Education, IEEE, Madrid, Spain, 2002.

LAURILLARD, D. **Rethinking University Teaching: A Conversational Framework for the Effective Use of Learning Technologies**. London e New York: 2<sup>nd</sup> Edition, Routledge, 2002.

LEE, Alfred. T. **Web Site Usability, Usefulness, and Visit Frequency**. Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000 Congress, San Diego, USA, 2000.

LOHR, L. L. **Designing the instructional interface**. Elsevier Science Ltd., Computers in Human Behavior, University of Northern Colorado, USA, v. 16, p. 161-182, 2000.

MAYES, J. T.; FOWLER, C. J. **Learning technology and usability: a framework for understanding courseware**. Elsevier Science B. V., Interacting with Computers, Centre for Learning and Teaching Innovation, Glasgow Caledonian University, UK, v. 11, p. 485-497, 1999.

MANKOFF, J.; DEY, A.; HSIEH, G. et al. **Heuristic Evaluation of Ambient Display**. Proceedings of ACM Conference on Human Factors and Computing Systems (CHI'03), Ft. Lauderdale, FL (USA), p. 169-176, 2003.

MARTINS, Maria de L.O. **O papel da usabilidade no ensino a distância mediado por computador**. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Dissertação de mestrado, 2006.

MATERA, M.; COSTABILE, M.F.; GARZOTTO, F.; PAOLINI, P. **SUE Inspection: an Effective Method for Systematic Usability Evaluation of Hypermedia**. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics- Part A, v. 32, n. 1, p. 93-103, 2002.

MCNEIL, S. G.; ROBIN, B. R.; MILLER, R. M. **Facilitating interaction, communication and collaboration in online courses**. Elsevier Science Ltd., Computer & Geosciences, University of Houston, USA, v. 26, p. 699-708, 2000.

MEYHEW, D. J. **Principles and Guidelines in Software User Interface Design**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1992.

MOLICH, R., NIELSEN, J. **Improving a human-computer dialogue**. Communications of the ACM **33**, v. 3 (Mar.), p. 338-348, 1990.

MORAES, A.; MONT'ALVÃO, C. **Ergonomia – conceitos e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora 2AB, 2000.

MUIR, A.; SHIELD, L.; KUKULSKA-HULME, A. **The Pyramid of Usability: A Framework for Quality Course Websites**. Proceedings of EDEN 12th Annual Conference of the European Distance Education Network, The Quality Dialogue: Integrating Quality Cultures in Flexible, Distance and eLearning, Rhodes, Greece, 15-18 June 2003, p.188-194.

NIELSEN, Jakob. **Heuristic evaluation**. In Nielsen, J., and Mack, R.L. (Eds.), **Usability Inspection Methods**, John Wiley & Sons, New York, NY, 1994.

\_\_\_\_\_. **Usability Engineering**. Boston, USA: Academic Press, Inc., 1993.

\_\_\_\_\_. **Evaluating Hypertext usability**. Berlin: Springer Verlag, p. 147-168, 1990.

\_\_\_\_\_. **Just how important is usability in e-learning?** 2001. E-learning Post Website. Disponível em: [http://www.elearningpost.com/articles/archives/jakob\\_nielsen\\_on\\_e\\_learning/](http://www.elearningpost.com/articles/archives/jakob_nielsen_on_e_learning/) Acesso em: dez. 2008.

\_\_\_\_\_. **Severity Ratings for Usability Problems**, 2005. Disponível em: <http://www.useit.com/papers/heuristic/severityrating.html>. Acesso em: mar. 2009.

NIELSEN, J.; LORANGER, H. **Prioritizing Web Usability**. Califórnia, USA: New Riders, 2006.

NOKELAINEN, Petri. **An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students**. *Educational Technology & Society*, v. 9 (2), p. 178-197, 2006.

NORMAN, Donald A. **Things That Make us Smart: Defending Human Attributes in the Age of the Machine**. Perseus Publishing, Cambridge: MA, 1993.

NORMAN, Donald A. **O design do dia-a-dia**. Rio de Janeiro: Ed. Rocco., p. 272, 2006.

NOTESS, Mark. **Usability, User Experience, and Learner Experience**. 2001. Disponível em: <<http://www.elearnmag.org>>. Acesso em: dez. 2005.

PARLANGELI, O; MARCHIGIANI, E.; BAGNARA, S. **Multimedia systems in distance education: effects of usability on learning**. Elsevier Science B. V., *Interacting with Computers*, v. 12, p. 37-49, 1999.

PENA-SHAFF, J. B.; NICHOLLS, C. **Analyzing student interactions and meaning construction in computer bulletin board discussions**. Elsevier Ltd., *Computers & Education*, Department of Psychology, USA, Educational Research Consultant, USA, v. 42, p. 243-265, 2004.

PHILLIPS, D.C. **The Good, the bad, the ugly: The many faces of constructivism**. *Educational Researcher*, v. 24, n. 7, p. 5-12, 1995.

PIAGET, Jean. **The Origins of Intelligence in Children**. Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences – 2005 International University Press, New York, 1952.

PREECE, J. **A Guide to Usability: Human Factors in Computing**. The Open University: Addison-Wesley, 1993.

PREECE, J.; MOLONEY-KRICHMAR, D. **Online Communities: Focusing on Sociability and Usability**. In: J.A. Jakob & A. Sears Eds., *The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications*. Mahwah, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates, 2003.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction**. New York: John Wiley & Sons, 2002.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de interação: além da interação homem-computador**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

QUINTANA, C.; CARRA, A.; KRAJCIK, J. et al. **Learner-Centered Design: Reflections and New Directions**. Human-Computer Interaction in the New Millennium, in Carroll (Ed.), ACM Press, New York: Addison-Wesley, p. 605-626, 2001.

RAVDEN, S. J.; JOHNSON, G. I. **Evaluating Usability of Human-Computer Interface: a Practical Method**. Chichester, England, John Wiley & Sons, 1989.

REED, P.; HOLDAWAY, K.; ISENSEE, S. et al. **User interface guidelines and standards: progress, issues, and prospects**. Elsevier Science B.V., Interacting with Computers, v. 12, p. 119-142, 1999.

REIGELUTH, C. M.; MOORE, J. **Cognitive Education and the Cognitive Domain**. In: C.M. Reigeluth Ed. Instructional-Design Theories and Models, v. II: A New Paradigm of Instructional Theory, Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1999.

REITZ, Doris S. **Abordagem Ergonômica de Avaliação de Websites no Âmbito da Educação à Distância**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2003, 150 p. Dissertação de Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Produção – Ênfase em Ergonomia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP).

SCHUNK, D. H. **Learning Theories**. Ed.: Englewood Cliff, NJ: Prentice Hall, 3a.ed., 2000.

SCHWIER, R. A.; MISANCHUNK, E. R. **Interactive Multimedia Instruction**. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications, 1993.

SHAKEL, B. **Usability: Context, Framework, Definition, Design and Evaluation**. In: B. Shackel e S. Richardson. Eds., Human Factors for Informatics Usability. London: Cambridge University Press, 1991.

SHAPIRO, A. M. **The relationship between prior knowledge and interactive overviews during hypermedia-aided learning**. Journal of Educational Computing Research, v. 20 (22), p. 143–167, 1999.

SHNEIDERMAN, Ben. **Designing Information-abundant Web-sites: issues and recommendations**. Human-Computers Interaction Laboratories, University of Maryland, USA, 1997. Disponível em:  
< <http://www.hbuk.co.uk/ap/ijhcs/webusability/shneiderman/shneiderman.html> >. Acesso em: ago. 2001.

SHNEIDERMAN, B.; PLAISANT, C. **Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction**. 4. ed. Addison-Wesley publishing Co., 2005.

SIEGEL, S. **Estatística Não-paramétrica**. São Paulo: Ed. McGraw-Hill, 1975.

SILIUS, K.; TERVAKARI, A-M.; POHJOLAINEN, S. **A multidisciplinary tool for the evaluation of usability, pedagogical usability, accessibility and informational quality of Web-based courses**. Digital Media Institute, Tampere University of Technology, 2003.

SILIUS, K.; TERVAKARI, A-M. **The Usefulness of Web-based Learning Environments: The evaluation Tool into the Portal of Finnish Virtual University.** International Conference on Network Universities and e-learning, Valencia, Spain, 2003.

SINGH, S.K.K.; YUSOF, R. J. R. **Educational System Evaluation and Critical Analysis of Results.** Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on Advanced Learning Technologies, ICLT'03, Ed. IEEE, 2003.

SOLOWAY, E.; JACKSON, S. L.; KLEIN, C. et al. **Learning Theory in Practice: Case Studies in Learner-Centered Design.** Proceedings of Computer Human Interaction CHI '96, p. 189-196, 1996.

SOMERVELL, J.; WAHID, S.; MSCRICKARD, D. S. **Usability Heuristics for Large Screen Information Exhibits.** Proceedings of Human Computer Interaction (Interact '03), Zurique, p. 904-907, 2003.

SQUIRES, David. **Usability and Educational Software Design: Special Issue of Interacting with Computers.** Elsevier Science B. V., Interacting with Computers, King's College London, UK, v. 11, p. 463-466, 1999.

SQUIRES, D.; PREECE, J. **Predicting quality in educational software: Evaluating for learning, usability and the synergy between them.** Elsevier Science B. V., Interacting with Computers, v. 11, p. 467-483, 1999.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. **Usability and Learning: Evaluating the potential of educational software.** Computer & Education, Elsevier Science Ltd, Great Britain, v. 27, n. 1, p. 15-22, 1996.

SSEMUGABI, Samuel. **Usability Evaluation of a Web-based E-learning Application: A Study of Two Evaluation Methods.** Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação, University of South Africa, 336 p., 2006.

SSEMUGABI, S.; VILLIERS, R. **A Comparative Study of Two Usability Evaluation Methods Using a Web-Based E-learning Application.** ACM International Conference Proceeding Series; V. 226. Proceedings of the 2007 annual research conference of the South African institute of computer scientists and information technologists on IT research in developing countries (SACSIT), p. 132-142, 2007.

STALLINGS, Dees. **The Virtual University: Organizing to Survive in the 21<sup>st</sup> Century.** The Journal of Academic Librarianship, Campus Corporation, Virginia, v. 27, n. 1, p. 3-14, 2001.

SULLIVAN, Terry. **User Testing Techniques - A Reader-Friendliness Checklist.** 1998. Disponível em: < <http://www.pantos.org/atw/35317.html> >. Acesso em: nov. 2002.

SWELLER, John. **Visualization and Instructional Design.** School of Education, university of New South Wales, Australia, 2003.

SWELLER, J; CHANDLER, P. **Why some material is difficult to learn.** Cognition and Instruction, v. 12, p.185-233, 1994.

TEC-ED INC. **Assessing Web Site Usability Server Log Files**. 1999. Disponível em: <[http://www.teced.com/c\\_and\\_p.html](http://www.teced.com/c_and_p.html)>. Acesso em: abr. 2003.

TSELIOS, N. K.; AVOURIS, N. M.; DIMITRACOPOULOU, A. et al. **Evaluation of Distance-Learning Environments: Impact of Usability on Student Performance**. *International Journal of Educational Telecommunications*, v. 7(4), p. 355-378, 1996.

TUPAROVA, D.; TUPAROV, G. **Didactical Issues of E-learning: Problems and Future Trends**. *International Conference on Computer Systems and Technologies – CompSysTech*, v. IV. 12-1-6, 2005.

VETROMILLE-CASTRO, Rafael. **O papel da usabilidade no ensino de inglês para leitura mediado por computador**. Universidade Católica de Pelotas, Programa de Pós-Graduação em Letras, Dissertação de mestrado, 2003.

VIEIRA, Sônia. **Bioestatística: Tópicos Avançados**. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

ZAHARIAS, P.; VASSLOPOULOU, K.; POULYMENAKOU, P. **Designing On-Line Learning Courses: Implications for Usability**. 2001. Disponível em: <[http://www.japit.org/zaharias\\_etal02.pdf](http://www.japit.org/zaharias_etal02.pdf)>. Acesso em: jan. 2007.

WEN, M. L.; TSAI, C-C.; LIN, H-M. et al. **Cognitive-metacognitive and content-technical aspects of constructivist Internet-based learning environments: a LISREL analysis**. Elsevier Ltd., *Computers & Education*, Taiwan, 2003.

WONG, S.; NGUYEN, T. T.; CHANG, E. et al. **Usability Metrics for E-learning**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, R. Meersaman and Z. Tari Eds.: *OTM Workshop*, p. 235-252, 2003.

ZHAO, L; DEEK, F. D. **Exploratory Inspection – A Learning Model for Improving Open Source Software Usability**. In: *CHI'06 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*: 1589-1594, Montreal: ACM Press, 2006.

YEUNG, A. S. **Cognitive load and learner expertise: split attention and redundancy effects in reading comprehension tasks with vocabulary definitions**. *Journal of Experimental Education*, v.67(3), p. 197–221, 1999.

## ANEXO A - Questionário de usuário

Fonte: Nokelainen (2006).

---

1. Quando eu trabalho nesta tarefa eu sinto que eu, não o programa, tenho controle sobre a responsabilidade de minha aprendizagem. (Definição: Eu não repito os mesmos tipos de passos nos meus estudos, mas as tarefas me fazem pensar e alcançar soluções diferentes para cada uma).

Critério: CONTROLE DO ALUNO

Resposta:

Concordo totalmente  Concordo parcialmente  Indeciso  Discordo parcialmente  Discordo totalmente

2. Quando eu usei este material senti que tive controle sobre o que realizei e não ao contrário. (Definição: O programa não me conduz de um passo para outro, mas eu posso controlar sozinho qual a ordem na qual quero finalizar minhas tarefas).

Critério: CONTROLE DO ALUNO

3. Eu tenho que pensar e tomar minhas próprias resoluções para aprender este material de aprendizagem. (Definição: Eu tenho que me concentrar no material, eu não posso completar as tarefas simplesmente para com a função de aprendizagem).

Critério: ATIVIDADE DO ALUNO

4. Este material de aprendizagem tem sido dividido dentro de seções, minha tarefa é aprendê-las em uma ordem pré-definida (e possivelmente responder às tarefas).

Critério: ATIVIDADE DO ALUNO

5. Este material de aprendizagem proporciona questões de aprendizagem sem um modelo pré-definido para a sua resolução.

Critério: ATIVIDADE DO ALUNO

6. Este material não possui somente o material, mas *links* para várias outras fontes, as quais eu tenho de usar para aprender. (Definição: A aprendizagem inicia, por exemplo, com uma dica do professor, o qual conta qual tipo de ações são necessárias para a construção de “algo”. Algumas das informações que você irá precisar estão no sistema, mas você terá de procurar a maioria delas em periódicos, livros ou na Internet para fazer sua própria apresentação).

Critério: ATIVIDADE DO ALUNO

7. Eu me aprofundi tanto neste material de aprendizagem que esqueci tudo o que estava acontecendo ao meu redor e de quanto tempo se passou.

Critério: ATIVIDADE DO ALUNO

8. Quando eu trabalho com este material de aprendizagem sinto que sei mais sobre alguns tópicos do que outros. Eu “sou um perito”. (Definição: O material de aprendizagem pode envolver uma informação específica reunida a uma tarefa, por exemplo, uma entrevista com vizinhos ou a medida da altura da neve no jardim da casa em um período de um mês).

Critério: ATIVIDADE DO ALUNO

9. Quando eu trabalho neste material de aprendizagem, eu (ou nós, se um grupo de trabalho) tenho de encontrar soluções próprias sem a solução de modelos dos professores ou do programa.  
Critério: ATIVIDADE DO ALUNO
10. Estou orgulhoso com as minhas soluções ou uma solução realizada com outros para o problema apresentado no material de aprendizagem. (Definição: Eu sinto que eu ou fizemos algo significativo).  
Critério: ATIVIDADE DO ALUNO
11. Este material de aprendizagem me deixa conversar com meus colegas (Definição: Por exemplo, as mensagens em *chat* ou quadro de avisos).  
Critério: APRENDIZAGEM COOPERATIVA/COLABORATIVA
12. Eu posso fazer trabalhos em grupo com meus colegas neste material de aprendizagem. (Definição: Se eu quiser, eu posso realizar tarefas junto com meus colegas de aula de modo que ambos utilizem seus próprios computadores).  
Critério: APRENDIZAGEM COOPERATIVA/COLABORATIVA
13. É agradável usar o material de aprendizagem com outro estudante no mesmo computador.  
Critério: APRENDIZAGEM COOPERATIVA/COLABORATIVA, MOTIVAÇÃO
14. Este material de aprendizagem me permite saber o que os outros usuários têm feito no sistema. (Definição: Por exemplo, quais materiais de aprendizagem mais lidos ou as tarefas mais consagradas).  
Critério: APRENDIZAGEM COOPERATIVA/COLABORATIVA
15. Este material de aprendizagem permite saber o que os outros usuários estão fazendo quando eu estou usando o sistema. (Definição: Por exemplo: a maior parte do material de aprendizagem no momento ou as tarefas com as quais a maior parte das pessoas estão trabalhando).  
Critério: APRENDIZAGEM COOPERATIVA/COLABORATIVA
16. Este material de aprendizagem oferece programas de utilidade simples, como por exemplo, a calculadora.
17. Este material de aprendizagem oferece programas de utilidade prática (por exemplo, Tabelas Excel, editor HTML, processador de textos, etc..).
18. Neste material de aprendizagem os programas de aplicações possuem uma função fundamental. (Definição: Eu tenho que, por exemplo, editar uma tabela Excel para resolver um problema).
19. Eu posso salvar meu trabalho neste material de aprendizagem e usar ou avaliar o trabalho dos outros. (Definição: Eu posso, por exemplo, explorar ou avaliar o trabalho de outros grupos de trabalho e usá-los em meus estudos).
20. Este material de aprendizagem avisa claramente o que estou esperando saber (ou aprender) após tê-lo utilizado. (Definição: As metas de aprendizagem estão claramente definidas,

por exemplo, “Após esta tarefa você saberá como dividir em frações decimais” ou “Após estas tarefas você pode formar perguntas na língua inglesa”).

Critério: ORIENTAÇÃO DE OBJETIVOS

21. Este material de aprendizagem mostra claramente porque é útil aprendê-lo. (Definição: Os objetivos de aprendizagem são justificados, por exemplo, “Esta tarefa irá ajudá-lo a fazer frases interrogativas na língua inglesa”).

Critério: ORIENTAÇÃO DE OBJETIVOS

22. O material de aprendizagem avalia meus desempenhos com classificações. (Definição: Por exemplo, o sistema dá uma classificação ao final de uma tarefa e mostra a classificação máxima).

Critério: ORIENTAÇÃO DE OBJETIVOS

23. Este material de aprendizagem mostra quanto progresso eu realizei em meus estudos. (Definição: Eu sei no que sou experiente ou tenho que aprender mais).

Critério: ORIENTAÇÃO DE OBJETIVOS

24. Este material de aprendizagem é estritamente limitado. (Definição: Por exemplo, o tópico do material de aprendizagem de matemática é “Cálculo do significado”).

Critério: ORIENTAÇÃO DE OBJETIVOS

25. Este material de aprendizagem ensina habilidades que necessitarei. (Definição: Eu sou capaz de, por exemplo, converter Euros em dólares, ou ajudar meus pais a escolher entre diferentes tamanhos de pacotes de acordo com seus diferentes preços).

Critério: APLICABILIDADE

26. Eu sinto que estou apto a usar as habilidades e conhecimento que este material de aprendizagem tem me ensinado no futuro.

Critério: APLICABILIDADE

27. Este material de aprendizagem é baseado na ideia que “alguém aprende melhor fazendo por si mesmo”. (Definição: O material oferece mais tarefas do que por exemplo, as apresentações de Power Point).

Critério: APLICABILIDADE

28. Eu sinto que este material de aprendizagem ajudará a realizar melhor o teste. (Definição: Eu penso que as tarefas no material são similares às tarefas que nós frequentemente temos nos testes).

Critério: APLICABILIDADE

29. Este material de aprendizagem é adequadamente desafiador para mim. (Definição: As tarefas não são tão fáceis ou tão difíceis).

Critério: APLICABILIDADE

30. Eu sinto que este material de aprendizagem foi projetado para mim. (Definição: O material satisfaz minhas necessidades e isso não dá a sensação de que você seja muito ou pouco competente).

Critério: APLICABILIDADE

31. Este material de aprendizagem ajusta-se às dificuldades para adaptar-se às minhas habilidades. (Definição: Eu posso praticar algo que é difícil para mim até que eu o tenha aprendido e antes de partir para o próximo tópico).  
Critério: APLICABILIDADE
32. As imagens neste material de aprendizagem ajudam a aprender.  
Critério: VALOR AGREGADO
33. Os sons neste material de aprendizagem ajudam a aprender.  
Critério: VALOR AGREGADO
34. As animações neste material de aprendizagem ajudam a aprender.  
Critério: VALOR AGREGADO
35. É mais útil aprender tópicos com este material de aprendizagem do que com métodos convencionais em uma sala de aula. (Definição: Pense se você estaria mais disposto a fazer estas tarefas com um computador ou com um livro de estudos normal ou livro de exercícios).  
Critério: VALOR AGREGADO
36. Eu tento alcançar uma alta classificação tanto quanto posso neste material de aprendizagem.  
Critério: MOTIVAÇÃO
37. Eu quero aprender os tópicos deste material de aprendizagem tão profundamente quanto posso.  
Critério: MOTIVAÇÃO
38. Estou interessado nos tópicos deste material de aprendizagem.  
Critério: MOTIVAÇÃO
39. Este material de aprendizagem requer que eu saiba algo que tem sido pensado em algum outro material de aprendizagem. (Definição: Este material faz referência a algum outro material de aprendizagem).  
Critério: AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO PRÉVIO
40. Eu posso usar meus conhecimentos prévios quando estudo com este material.  
Critério: CONTROLE DO ALUNO, APLICABILIDADE, AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO PRÉVIO
41. Este material de aprendizagem revê materiais anteriores antes de iniciar a ensinar um novo tópico. (Definição: Por exemplo, na matemática, o material primeiro inicia com simples cálculos que são necessários para aprender um tópico mais difícil).  
Critério: AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO PRÉVIO
42. Este material de aprendizagem oferece caminhos opcionais para o meu progresso. (Definição: Eu posso escolher diferentes tarefas cada vez que eu uso o sistema).  
Critério: FLEXIBILIDADE

43. Este material de aprendizagem não me deixa prosseguir para o próximo ponto antes de ter respondido corretamente a cada questão. (Definição: Por exemplo, em um exercício de língua inglesa deve-se ter respondido corretamente a todas as questões, mesmo que com a ajuda do programa, antes de deixá-lo prosseguir para o próximo tópico).  
Critério: CONTROLE DO ALUNO
44. Este material de aprendizagem apresenta muitas similaridades, tarefas consecutivas. (Definição: Por exemplo, uma tarefa de preencher que possui muitas tarefas consecutivas para sentenças do verbo “to be”).  
Critério: FLEXIBILIDADE
45. Este material de aprendizagem torna rápido e fácil o aprendizado de um novo tópico ou o recapitular de um tópico anterior.  
Critério: VALOR AGREGADO
46. Se eu não posso me lembrar de uma palavra específica ou conceito enquanto uso este material de aprendizagem posso retornar e verificar seu significado no material anterior.  
Critério: FLEXIBILIDADE
47. Quando uso este material de aprendizagem sinto que tenho de lembrar muitas coisas ao mesmo tempo. (Definição: Eu sinto em alguns momentos que deveria ter usado o papel para escrever algumas anotações).  
Critério: CONTROLE DO ALUNO
48. Este material de aprendizagem apresenta informações em formato que o torna fácil de aprender. (Definição: A informação é apresentada de forma significativa e interconectada e não em partes separadas que são difíceis de entender).  
Critério: CONTROLE DO ALUNO, APLICABILIDADE
49. Este material de aprendizagem apresenta novos materiais (ou recapitula antigos) em “porções” adequadas para mim. (Definição: Não há muitas novas coisas apresentadas de uma só vez, eu tenho tempo de aprendê-las antes de mover-me para o próximo tópico).  
Critério: CONTROLE DO ALUNO, APLICABILIDADE
50. Eu posso fazer certo número de erros com este material (por exemplo, respostas erradas em tarefas de cálculos).  
Critério: FEEDBACK
51. Quando eu erro uma solução de uma tarefa, o programa me envia um aviso amigável.  
Critério: FEEDBACK
52. Este material de aprendizagem me dá um *feedback* motivador. (Definição: Eu estou querendo pôr a prova as funções menos usadas no material de aprendizagem porque eu sei irá me dar todos os avisos que eu preciso).  
Critério: FEEDBACK
53. Este material de aprendizagem apresenta um *feedback* imediato das minhas atividades. (Definição: Quando eu escrevo minha resposta a uma tarefa de cálculo, o sistema mostra imediatamente se a resposta é correta ou não).  
Critério: FEEDBACK

54. Este material de aprendizagem dá inicialmente um exemplo da solução correta. (Definição: Multiplicar com frações decimais é iniciado com um modelo de desempenho, e depois posso calcular por conta própria).

Critério: APLICABILIDADE

55. Neste material de aprendizagem, eu transporto a responsabilidade para a solução de uma tarefa em pequenas porções. (Definição: Por exemplo, em uma tarefa de matemática, será apresentada primeiro a tarefa e então o resultado. A seguir, eu vejo a tarefa mas não o resultado, o qual eu tenho de resolver por conta própria).

Critério: APLICABILIDADE

56. Eu penso que aprendo mais rapidamente com este material do que normalmente. (Definição: Este material de aprendizagem proporciona o tipo certo de suporte quando preciso).

Critério: APLICABILIDADE

## ANEXO B - Questionário de usuário

Fonte: Ssemugabi (2006).

---

### **Categoria 1: Projeto interface em geral (Baseado nas heurísticas de Nielsen, adaptado por Ssemugabi para o contexto de *e-learning*)**

#### **1 Visibilidade do status do sistema**

1.1 O sistema me mantém informado através de *feedback* sobre o que está acontecendo.

Resposta:

( ) Concordo plenamente ( ) Concordo ( ) Talvez ( ) Discordo ( ) Discordo plenamente

1.2 Eu entendo o que significa *feedback*.

1.3 Eu obtenho o *feedback* dentro de um tempo razoável.

1.4 Posso ver ou ouvir os resultados de cada ação que eu realizo.

1.5 O sistema não reage de forma que me surpreenda e não faz nada inesperado.

#### **2 Modelo do projetista e modelo do aluno, isto é, correlação entre o sistema e o mundo real**

2.1 A linguagem usada é natural. Os termos, frases, conceitos são similares àqueles usados no meu dia-a-dia ou no ambiente de estudo.

2.2 Eu não fico confuso com o uso dos termos.

2.3 Eu não fico confuso com a forma que os símbolos, ícones, imagens são usadas.

2.4 Não há jargões usados (jargão significa uma abreviatura ou uma expressão desenvolvida e usada por um grupo de pessoas).

2.5 A metáfora usada corresponde aos objetos ou conceitos do mundo-real, por exemplo, o ícone para salvar se parece com um disquete.

2.6 As informações são organizadas em uma ordem natural e lógica.

#### **3 Controle do usuário e liberdade**

3.1 Eu controlo o sistema, ao invés deste me controlar.

3.2 O sistema trabalha da forma que eu quero que trabalhe.

3.3 Cada página apresenta todos os botões de navegação ou hiperlinks necessários, tais como, anterior (voltar), próxima e página inicial (*home*).

3.4 Quando eu cometo um erro eu não posso escolher sair do sistema usando um botão de saída de emergência claramente sinalizado.

#### **4 Consistência e aderência às normas**

4.1 A mesma convenção (normas ou o caminho pelo qual o conteúdo é organizado e apresentado) é usado através do sistema.

4.2 É fácil de entender as convenções usadas através do sistema.

4.3 A convenção usada é similar àquelas em outros sistemas que utilizei.

4.4 As mesmas palavras, frases, situações ou ações referem-se às mesmas coisas através do sistema.

4.5 As cores são usadas de forma consistente (mesma forma) através do sistema.

4.6 Os gráficos, ícones e imagens são consistentemente usados através do sistema.

4.7 Há consistência no leiaute do sistema.

- 4.8 Há consistência no uso dos menus.
- 4.9 Há consistência no uso do tipo e tamanhos das fontes.
- 4.10 Os *links* das páginas são consistentes com os títulos das páginas as quais estão vinculadas.

## **5 Prevenção de erros, prevenção especificamente de erros relacionados à usabilidade periférica**

- 5.1 O sistema me dá suporte de forma que se torna difícil cometer erros graves.
- 5.2 A qualquer hora que um erro é cometido uma mensagem de erro é apresentada.
- 5.3 O sistema usa uma interface de usuário gráfica (tais como, listas suspensas (*drop down*), com *hyperlink* ou interfaces baseadas em ícones) que podem ser clicadas por mouse, ao invés de baseada em comandos, onde os comandos têm de ser digitados pelo uso do teclado.
- 5.4 Sou requisitado a confirmar minhas entradas antes de levar adiante ações “potencialmente perigosas” como a de “apagar”.
- 5.5 Acho fácil entrar com as informações no sistema.

## **6 Reconhecimento ao invés de evocação**

- 6.1 Estão disponíveis instruções de como utilizar o sistema.
- 6.2 Há uma relação óbvia entre os controles e suas ações.
- 6.3 Os objetos usados, como os gráficos em barras de ferramentas, são fáceis de reconhecer.
- 6.4 Ao trabalhar em uma tarefa eu não preciso lembrar as informações de outras tarefas.

## **7 Flexibilidade e eficiência do uso**

- 7.1 O *site* oferece diferentes níveis de usuários, desde o novato até o experiente.
- 7.2 Atalhos em forma de abreviações, questões especiais, macros e comandos escondidos estão disponíveis para usuários experientes.
- 7.3 O *site* guia os usuários novatos de forma competente.
- 7.4 Há a opção de usar somente o teclado para realizar as tarefas.
- 7.5 O sistema é o bastante flexível para permitir que os usuários ajustem as configurações adequando-as, isto é, personalizando o sistema.

## **8 Design estético e minimalista**

- 8.1 As páginas contêm a informação requisitada.
- 8.2 A informação em cada página não é muito grande para confundir-me ou distrair-me.
- 8.3 Não há o uso excessivo de gráficos e imagens no *site*.
- 8.4 As caixas de diálogo proporcionam informações adequadas ao desempenho das tarefas.
- 8.5 Menus e listas suspensas possuem as opções exigidas para as escolhas.

## **9 Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros**

- 9.1 As mensagens de erros são expressas em linguagem simples.
- 9.2 As mensagens de erros indicam precisamente qual é o problema.
- 9.3 Cada mensagem proporciona um procedimento para a correção do erro.
- 9.4 O procedimento para corrigir um erro é específico, rápido e eficiente.
- 9.5 Se um erro de digitação (dados) resulta em um erro, não é necessário digitar o comando por inteiro, mas de preferência reparar somente a parte errada.
- 9.6 O *site* proporciona uma rápida mudança de ação pela qual é possível, por exemplo, disponibilizar ambos Desfazer (*Undo*) e Refazer (*Redo*).

## **10 Ajuda e documentação**

- 10.1 Eu acho os recursos de ajuda, tais como ajuda *online* e o glossário, úteis.
- 10.2 Os recursos de ajuda são fáceis de usar.
- 10.3 Eu acho fácil procurar pela ajuda solicitada.
- 10.4 Os *links* para outras fontes são de grande auxílio.

## **Categoria 2: Design específico para *websites* educacionais**

### **11 Simplicidade de navegação, organização e estrutura**

- 11.1 Eu sempre sei onde estou e quais opções seguir, isto é, o que concluí e o que ainda devo fazer.
- 11.2 Não há a necessidade de ter o Menu do Curso desde que eu tenha o Mapa do Curso, o qual satisfaz à mesma proposta.
- 11.3 O *site* sempre direciona para os documentos e páginas corretas.
- 11.4 Eu gostaria de ter *links* às seções dentro da mesma página.
- 11.5 As cores para os *links* são consistentes com as convenções *Web*, isto é, *links* não visitados em azul e os visitados em verde ou roxo.
- 11.6 Informações correlacionadas são colocadas juntas.
- 11.7 Informações importantes são colocadas no topo da página.
- 11.8 A função de rolar páginas é minimizada, isto é, eu não tenho rolar várias páginas para encontrar as informações requisitadas.

### **12 Relevância do conteúdo do *site* para a aprendizagem**

- 12.1 O conteúdo mantém-me engajado.
- 12.2 O conteúdo é relevante ao que deve ser aprendido.
- 12.3 O conteúdo está no nível apropriado de meu entendimento.
- 12.4 Estão definidos quais são os materiais estão protegidos por leis de direito autoral e quais não são.
- 12.5 O material no *site* não possui preconceitos raciais ou quanto ao gênero.
- 12.6 Eu gostaria de ver as gravações das minhas atividades, tais como, visitas feitas em cada página.

## **Categoria 3: Heurísticas de design instrucional centrado no aluno**

### **13 Claridade das metas, objetivos e saídas**

- 1.3.1 Eu conheço os objetivos antes de cada encontro.
- 1.3.2 As saídas são comunicadas antecipadamente, antes do início do encontro.
- 1.3.3 Eu acho o plano de estudos útil.
- 1.3.4 Eu obtenho informações atualizadas no quadro de avisos.
- 1.3.5 O calendário proporciona informações úteis.

### **14 Aprendizagem colaborativa**

- 14.1 Eu gosto de *sites* que tenham meios de incentivar atividades em grupo, tais como, um projeto em grupo e a colaboração na resolução de problemas.
- 14.2 A colaboração com outros alunos, introduzida ou apoiada pelo sistema, permite-me aprender algo.
- 14.3 Ao colaborar com outros alunos, eu gostaria que o professor agisse como um facilitador, guia, treinador ou mentor, mas não como um controlador.

- 14.4 Quando colaboro com o professor, gostaria que o professor agisse como um parceiro, não como um controlador.
- 14.5 Embora eu tenha a ferramenta de e-mail proposta pela instituição, eu ainda necessito ter a ferramenta de e-mail dentro do aplicativo.
- 14.6 Eu gostaria de ter um fórum de discussão acadêmico com outros alunos usando ferramentas de discussão no *site*.
- 14.7 Eu gostaria de ter um fórum de discussão acadêmico com o professor usando ferramentas de discussão no *site*.

### **15 Aplicabilidade do nível de controle do aluno**

- 15.1 Eu posso decidir o que aprender e o que deixar de lado, dentro do *site*.
- 15.2 Quando eu uso o *site*, sinto como se eu estivesse no controle da minha própria aprendizagem.
- 15.3 Eu sinto um senso de domínio próprio neste *site*.
- 15.4 Eu posso usar meus próprios caminhos para encontrar o que eu quero aprender dentro do *site*.
- 15.5 A partir do *site* eu gosto de acessar a Internet para encontrar meu próprio material de aprendizagem.

### **16 Suporte para abordagens significativas de aprendizagem**

- 16.1 Este *site* proporciona diferentes estratégias de suporte para a aprendizagem.
- 16.2 O *site* é usado em combinação com outros meios de instrução para dar suporte à aprendizagem.
- 16.3 O *site* me permite planejar, avaliar e questionar minhas habilidades de aprendizagem.
- 16.4 Este *site* me encoraja a aplicar as habilidades de aprendizagem dentro de situações do mundo prático/real.

### **17 Identificação de erros cognitivos, diagnóstico e restabelecimento**

- 17.1 Quando eu obtenho respostas erradas aos problemas proporcionados pelo sistema, as soluções oferecidas pelo sistema ajudam-me a aprender.
- 17.2 Eu acredito que as pessoas aprendem por meio de seus erros.
- 17.3 O sistema reconhece que como aluno, eu posso estar errado sobre alguns conceitos e que tentar corrigi-los é parte da aprendizagem.

### **18 Feedback, orientação e avaliação**

- 18.1 O sistema proporciona *feedback* em relação as minhas atividades e conhecimentos.
- 18.2 Eu aprecio a orientação em forma de questões de exemplo e suas soluções.
- 18.3 Eu aprecio o *feedback* quantitativo como forma de classificar minhas atividades.

### **19 Contexto significativo**

- 19.1 O conhecimento é apresentado dentro de um contexto significativo que me ajuda a aprender.
- 19.2 O conhecimento é apresentado no sentido de que ser autêntico, corresponde a como as coisas são na prática.
- 19.3 São empregadas tarefas autênticas e contextualizadas (tarefas que se relacionam com as do mundo real), preferivelmente do que instruções abstratas (modelos puramente teóricos).
- 19.4 As representações simbólicas usadas são fáceis de entender e os símbolos usados são significativos dentro do contexto da tarefa de aprendizagem.

## 20 Motivação, criatividade e aprendizagem ativa

- 20.1 A aplicação fornece motivação própria (intrínseca) que me faz querer aprender.
- 20.2 As classificações (notas) e outros incentivos que eu obtenho são motivações externas (extrínsecas) e requisitos institucionais consumados.
- 20.3 A aplicação facilita meu empenho.
- 20.4 A aplicação mantém minha atenção.
- 20.5 Eu gosto do visual e da atmosfera deste *site*.
- 20.6 Eu prefiro atividades que são subdivididos em partes, tais como jogos e testes, pois estas não consomem muito tempo.
- 20.7 Eu gosto dos testes/jogos no *site*.
- 20.8 Eu gosto de fazer auto-avaliações neste *site*.

## Conclusões

- a. Eu achei o sistema fácil de usar.
- b. É rápido de se trabalhar no sistema.
- c. O sistema desempenha as tarefas apropriadamente.
- d. Uma vez que eu aprendi a usar o sistema, será fácil de usá-lo na próxima vez.
- e. Eu fiquei satisfeito com o sistema.  
( ) Concordo plenamente ( ) Concordo ( ) Talvez ( ) Discordo ( ) Discordo plenamente
- f. O quão bem este *site* trabalha como um suplemento de instrução da aula/disciplina?  
( ) Muito boa ( ) Boa ( ) Adequado ( ) Ruim ( ) Muito ruim
- g. Eu prefiro aprender usando:  
( ) Ambiente virtual de aprendizagem ( ) Aula presencial ( ) Ambos
- h. Qual é sua visão geral deste *site*?  
( ) Muito boa ( ) Boa ( ) Adequado ( ) Ruim ( ) Muito ruim
- i. O que mais o atrai neste *site*? (questão aberta)
- j. O que você mais gostou neste *site*? (questão aberta)
- k. O que você menos gostou neste *site*? (questão aberta)
- l. Use o espaço que segue para preencher no mínimo cinco problemas que você encontrou como os mais problemáticos no sistema. (questão aberta)

## ANEXO C- Base de questões de usabilidade técnica e pedagógica

Nº	Severidade	Questão de usabilidade
1.	Média	O material de aprendizagem é dividido em partes (seções), minha tarefa é aprendê-las em uma ordem pré-definida.
2.	Média	As questões para a aprendizagem não seguem sempre o mesmo modelo para suas resoluções.
3.	Baixa	Os <i>links</i> para outras fontes são de grande auxílio para minha aprendizagem.
4.	Média	Esqueci de tudo o que estava acontecendo ao meu redor e de quanto tempo se passou.
5.	Média	Estou orgulhoso das minhas soluções para os exercícios apresentados. Sinto que fiz algo significativo.
6.	Média	O material de aprendizagem avalia meus desempenhos com classificações (notas) de minhas atividades.
7.	Baixa	É mais útil aprender tópicos com este material no computador do que com livros em sala de aula.
8.	Baixa	É rápido e fácil o aprendizado de um novo tópico ou o recapitular de um tópico anterior.
9.	Alta	Este material exige que eu tenha conhecimentos de outro material de aprendizagem anterior.
10.	Média	Este material de aprendizagem não me deixa prosseguir para o próximo ponto ou exercício antes de ter respondido corretamente a cada questão.
11.	Média	Os programas utilizados (calculadora, exercícios, jogos, etc.) são simples e práticos de usar.
12.	Baixa	Quando erro na solução de uma tarefa, o programa me envia um aviso amigável.
13.	Alta	O <i>feedback</i> (aviso/resposta dado pelo sistema) é imediato.
14.	Baixa	Recebo <i>feedback</i> (aviso) motivador.
15.	Média	A linguagem usada é natural. Os termos, frases, conceitos são similares àqueles usados no meu dia-a-dia ou no ambiente de estudo.
16.	Média	Não são usados jargões no <i>site</i> (jargão significa uma abreviatura ou uma expressão técnica desenvolvida e usada por um grupo de pessoas).
17.	Alta	Não fico confuso com a forma com que os símbolos, ícones, imagens são usados.
18.	Média	A metáfora usada corresponde aos objetos ou conceitos do mundo-real, por exemplo, o ícone para salvar se parece com um disquete.
19.	Média	As imagens ajudam a aprender.
20.	Baixa	Os sons ajudam a aprender.
21.	Baixa	As animações ajudam a aprender.
22.	Média	As informações são organizadas em uma ordem natural e lógica.
23.	Média	Sinto como se eu estivesse no controle da minha própria aprendizagem ao interagir com o <i>site</i> .
24.	Média	Eu posso usar meus próprios caminhos para encontrar o que eu quero

		aprender dentro do <i>site</i> .
25.	Alta	Tenho de lembrar muitas coisas ao mesmo tempo. Gostaria de usar o papel para escrever algumas anotações.
26.	Alta	Cada página apresenta todos os botões de navegação ou <i>hiperlinks</i> necessários, tais como, anterior (voltar), próxima e página inicial ( <i>homepage</i> ).
27.	Média	Este material de aprendizagem dá inicialmente um exemplo de exercício com uma solução correta.
28.	Alta	Gosto de aprender com questões de exemplo e suas soluções.
29.	Alta	Este material de aprendizagem ensina habilidades e conhecimentos que necessitarei no futuro.
30.	Média	A mesma forma de apresentação e organização do conteúdo é usada em todo <i>site</i> .
31.	Média	As informações são apresentadas em um formato que os torna fácil de aprender.
32.	Média	As cores são usadas da mesma forma em todo o <i>site</i> .
33.	Média	Os gráficos, ícones e imagens são usados da mesma forma em todo o <i>site</i> .
34.	Média	Os menus são apresentados da mesma forma em todo o <i>site</i> .
35.	Baixa	Os <i>links</i> das páginas correspondem aos títulos das páginas às quais estão vinculadas.
36.	Alta	A qualquer hora que um erro é cometido uma mensagem de erro é apresentada.
37.	Média	Sou requisitado a confirmar minhas ações antes de levar adiante ações “perigosas” como a de “apagar”.
38.	Baixa	Acho fácil entrar com informações no sistema.
39.	Alta	O <i>site</i> guia os usuários experientes através de atalhos em forma de abreviações, questões especiais, macros e comandos escondidos.
40.	Baixa	Este material de aprendizagem apresenta muitas tarefas parecidas e repetitivas.
41.	Média	As caixas de diálogo proporcionam informações adequadas ao desempenho das tarefas.
42.	Alta	As mensagens de erros indicam precisamente qual é o problema.
43.	Alta	As mensagens de erro indicam um procedimento para a correção do erro.
44.	Média	Se um erro de digitação (dados) resulta em um erro, não preciso digitar novamente o comando por inteiro, mas reparar somente a parte errada.
45.	Alta	O <i>site</i> proporciona uma rápida mudança de ação através dos comandos de Desfazer ( <i>Undo</i> ) e Refazer ( <i>Redo</i> ).
46.	Baixa	A ajuda <i>online</i> e o glossário (recursos de ajuda) são úteis.
47.	Média	Os recursos de ajuda são fáceis de usar.
48.	Alta	Sei onde estou e quais opções seguir, isto é, o que concluí e o que ainda devo fazer.
49.	Média	Há <i>links</i> que levam aos tópicos de estudos (seções) dentro da mesma página.
50.	Média	As cores para os <i>links</i> são consistentes com as convenções da <i>Web</i> , isto é, <i>links</i> não visitados em azul e os visitados em vermelho ou roxo.
51.	Média	As informações importantes são colocadas no topo da página.

52.	Baixa	Não preciso rolar (barra de rolagem) várias páginas para encontrar as informações que procuro.
53.	Média	O conteúdo mantém minha atenção.
54.	Média	O conteúdo está no nível apropriado de meu entendimento.
55.	Baixa	Estão definidos quais são os materiais protegidos por leis de direito autoral e quais não são.
56.	Baixa	Obtenho informações atualizadas no quadro de avisos.
57.	Baixa	O calendário proporciona informações úteis.
58.	Média	Gosto de atividades em grupo, tais como, um projeto em grupo e a colaboração na resolução de problemas.
59.	Média	A colaboração com outros alunos, introduzida ou apoiada pelo sistema, permite-me aprender.
60.	Média	Ao interagir com os outros alunos e o professor, eu gostaria que o professor agisse como um parceiro, guia, e não como um controlador.
61.	Média	Embora eu tenha a ferramenta de e-mail proposta pela instituição, eu ainda necessito ter a ferramenta de e-mail dentro do aplicativo.
62.	Baixa	Gosto de participar do fórum de discussão acadêmico com outros alunos.
63.	Média	É agradável usar o material de aprendizagem com outro estudante no mesmo computador.
64.	Baixa	Posso salvar meu trabalho neste material de aprendizagem e usar ou avaliar o trabalho dos outros alunos.
65.	Média	O <i>site</i> me permite planejar, avaliar e questionar minhas habilidades de aprendizagem.
66.	Média	Este <i>site</i> me encoraja a aplicar as habilidades de aprendizagem nas situações práticas da vida.
67.	Média	Quando eu obtenho respostas erradas aos problemas proporcionados pelo sistema, as soluções oferecidas pelo sistema ajudam-me a aprender.
68.	Alta	São empregadas tarefas autênticas e contextualizadas (tarefas práticas), mais do que instruções abstratas (conceitos teóricos).
69.	Média	O material de aprendizagem me faz querer aprender, sinto-me motivado.
70.	Média	Gosto de fazer auto-avaliações neste <i>site</i> .
71.	Média	Gosto do visual e da aparência deste <i>site</i>
72.	Baixa	Gosto dos testes e jogos no <i>site</i> .

## ANEXO D – Material de Aprendizagem do Grupo A



### UNIDADES DE MEDIDA EM INFORMÁTICA \_ PARTE 1

É fundamental saber bem a diferença entre bit, Byte, Kilobyte (KB), Megabyte (MB), Gibabyte (GB) e Terabyte (TB), pois são essas as unidades de medida usadas para designar o tamanho dos arquivos. Ou seja, sabendo identificar corretamente o tamanho dos arquivos, será possível gerenciar melhor a capacidade de armazenamento dos mesmos, seja através de disquetes 1.44 MB, drives USB, CDs, DVDs, HDs, etc.

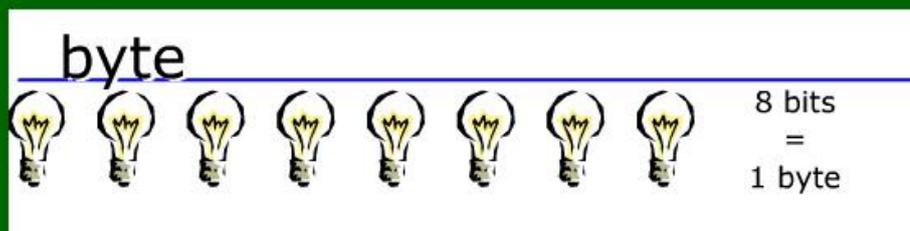
Em Informática é muito importante considerar a capacidade de armazenamento, já que quando se faz algo no computador, trabalha-se com arquivos que podem ser guardados para uso posterior. Evidentemente, quando se armazena algo, isto ocupa um certo espaço de armazenamento.

As unidades de medida e suas respectivas capacidades de armazenamento tomam por base o valor 1.024 para se chegar ao valor de MB, GB e TB.

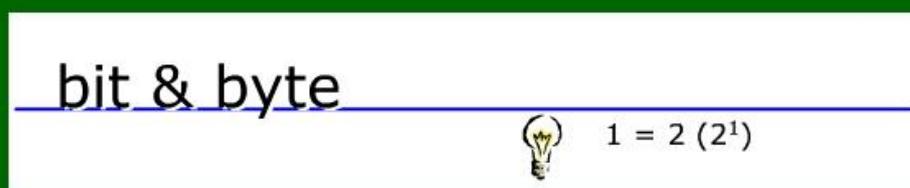
Por que é tomado por base o valor 1.024 e não 1.000 ?

Devemos ressaltar que o termo bit (que significa binary digit - dígito binário) é usado para designar a menor unidade de informação de um computador.

Cada conjunto de 8 bits forma o byte, o qual corresponde a um caractere, seguindo o código binário como mostra a figura abaixo.



Mas, quando se fala em bytes, grupos de bits, não se pensa na base 10, mas em uma estrutura fundamentada no código binário, ou seja, na base 2, nos dois modos que o computador detecta, geralmente chamados de 0 e 1.



Ao contrário do que muitos pensam, 1 KB (1 KiloByte) não é representado por 1.000 Bytes e sim por 1.024 Bytes, pois estamos nos referindo a base 2 (do código binário) e não a base 10 (do sistema decimal), como em outros casos. Então, ao elevar-se a base 2 à décima potência, chega-se a 1024.

Utilizando o raciocínio descrito anteriormente pode-se entender a seguinte tabela:

Unidade de medida	Capacidade de armazenamento
1 Byte	8 Bits
1 Kilobyte (KB)	1024 Bytes
1 Megabyte (MB)	1024 Kilobytes
1 Gigabyte (GB)	1024 Megabytes
1 Terabyte (TB)	1024 Gigabytes

Exemplos de cálculo de tamanho dos arquivos:

Um arquivo de 2048 kbytes cabe em um disco de 3"1/2' ? Falta ou sobra quanto?

Sabemos que um disco de 3"1/2' possui um espaço de armazenamento de 1.44 Mbytes. Assim, se 1MB corresponde a 1024 KB, quantos MB correspondem a 2048 KB?

Ou seja: 1 MB - 1024 KB  
x MB - 2048 KB

Então  $x = 2048 / 1024$ , isto é,  $x = 2$ MB

Solução: 2MB não cabem em um disco de 1.44 MB, isto é, falta 0,56MB. Por isso são necessários 2 discos de 3"1/2' para armazenar o arquivo.

Um arquivo de 25.165.824 bits precisa de quantos discos de 3"1/2' para ser armazenado?

Cálculo:  $25.165.824 \text{ bits} / 8 = 3.145.728 \text{ bytes}$   
 $3.145.728 \text{ bytes} / 1024 = 3.072 \text{ Kbytes}$

Arquivo = 3.072 Kbytes

Disco 1.44GB x 1024 = 1.474,6 Kbytes

Então  $3.072 \text{ KB} / 1.474,6 \text{ KB} = 2.08$  discos, ou seja, são necessários **3 discos** de 3"1/2' para armazenar o arquivo.

Quantos bytes correspondem a um arquivo de 2,5GB?

Cálculo:  $2.5 \text{ GB} \times 1024 = 2560 \text{ Mbytes}$  '  $2560 \text{ MB} \times 1024 = 2.621.140 \text{ Kbytes}$  '  
 $2.621.140 \text{ KB} \times 1024 = 2.684.354.560 \text{ bytes}$

[Clique aqui](#) para realizar um exercício de cálculo de Unidades de Medida.

Utilize a tabela abaixo caso queira treinar alguns cálculos.

Bit	Byte	Kbyte	Mbyte	Gbyte
134.217.728	16.777.216	16.384	16	0,0156
4.294.967.296	536.870.912	524.288	512	0,5
123.480.309,8	15.435.038,72	15.073	14,72	0,01437
8.589.934.592	1.073.741.824	1.048.576	1024	1
25.165.824	3.145.728	3.072	3	0,00293

## CÁLCULO DE ARQUIVOS DE IMAGENS - RESOLUÇÃO X COR\_PARTE 2

Resolução de cor ou também denominada profundidade de cor

A resolução de cor, também chamada profundidade de cor de uma imagem, significa o número total de cores possíveis para pixels individuais numa imagem, sendo cada cor definida por um conjunto de bits. A resolução de cor influencia diretamente a qualidade de uma imagem, ou seja, quanto maior for a resolução de cor melhor será a qualidade da imagem.

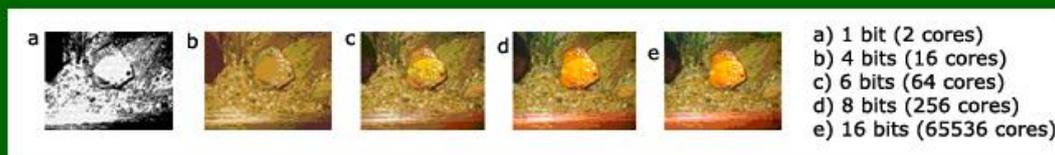
Pixel (sendo o plural pixels) (aglutinação de Picture e Element, ou seja, elemento de imagem) é o menor elemento num dispositivo de exibição (como por exemplo um monitor), ao qual é possível atribuir-se uma cor. De uma forma mais simples, um pixel é o menor ponto que forma uma imagem digital, sendo que o conjunto de milhares de pixels formam a imagem inteira.

Cores

Quando se utiliza cor real, cada ponto tem sua cor definida através dos componentes em vermelho (red), verde (green) e azul (blue). Estas são as cores básicas para formação de todos os milhões de cores no nosso monitor.

Num monitor colorido cada Pixel é composto por um conjunto de 3 pontos: verde, vermelho e azul. Nos melhores monitores cada um destes pontos é capaz de exibir 256 tonalidades diferentes (o equivalente a 8 bits) e combinando tonalidades dos três pontos é então possível exibir pouco mais de 16.7 milhões de cores diferentes. Em resolução de 640 x 480 temos 307.2 mil pixels, a 800 x 600 temos 480 mil pixels, a 1024 x 768 temos 786.432 mil pixels, e assim por diante.

A seguir são apresentados alguns exemplos de resolução de imagens conforme o número de cores utilizadas.



#### Tabela de Cores x Bits

Para calcular o tamanho de um arquivo de imagem deve-se multiplicar a resolução pelo número de bits de cor.

Preto e Branco	1 bit
Tons de cinza	4 ou 8 bits
Colorida	16, 24 ou 32 bits

Exemplos:

Calcular o tamanho dos arquivos descritos abaixo e responder em Kbytes ou Mbytes:

Imagem com resolução de 640 x 480 bit/pixel e 4 bits de cor?

Cálculo:

$$640 \times 480 = 307.200 \text{ bits/pixel} \times 4 = 1.228.800 \text{ bits (tamanho do arquivo em bits)}$$

Agora vamos corresponder o valor de bits para Kbytes:

$$1.228.800 \text{ bits} / 8 = 153.600 \text{ bytes}$$

$$153.600 \text{ bytes} / 1024 = 150 \text{ Kbytes}$$

Imagem com resolução de 1024 x 768 bit/pixel, preto e branco?

Cálculo:

$$1024 \times 768 = 786.432 \text{ bits/pixel} \times 1 \text{ bit (preto e branco)} = 786.432 \text{ bits}$$

Agora vamos corresponder o valor de bits para Kbytes:

$$786.432 \text{ bits} / 8 = 98.304 \text{ bytes}$$

$$98.304 \text{ bytes} / 1024 = 96 \text{ Kbytes}$$

Imagem com resolução de 640 x 480 bit/pixel e 8 bits de cor cinza?

Cálculo:

$$640 \times 480 = 307.200 \text{ bits/pixel} \times 8 \text{ bits} = 2.457.600 \text{ bits}$$

Agora vamos corresponder o valor de bits para Kbytes:

$$2.457.600 \text{ bits} / 8 = 307.200 \text{ bytes}$$

$$307.200 \text{ bytes} / 1024 = 300 \text{ Kbytes}$$

Quantos discos de 3"1/2' preciso para armazenar uma imagem com resolução de 1024 x 768 bit/pixel e 32 bits de cor?

$$\text{Cálculo: } 1024 \times 768 \text{ bits/pixel} \times 32 \text{ bits de cor} = 25.165.824 \text{ bits}$$

Agora vamos corresponder o valor de bits para Kbytes:

$$25.165.824 \text{ bits} / 8 = 3.145.728 \text{ bytes}$$

$$3.145.728 \text{ bytes} / 1024 = 3.072 \text{ Kbytes} / 1024 = 3 \text{ Mbytes}$$

Espaço de disco de 3"1/2' = 1.44 Mbytes, então 3Mbytes / 1.44 Mbytes = 2,08 discos. Portanto, são necessários 3 discos para armazenar este arquivo.

Quantos discos de 3"1/2' preciso para armazenar uma imagem com resolução de 1024 x 768 bit/pixel e 32 bits de cor?

$$\text{Cálculo: } 1024 \times 768 \text{ bits/pixel} \times 32 \text{ bits de cor} = 25.165.824 \text{ bits}$$

Agora vamos corresponder o valor de bits para Kbytes:

$$25.165.824 \text{ bits} / 8 = 3.145.728 \text{ bytes}$$

$$3.145.728 \text{ bytes} / 1024 = 3.072 \text{ Kbytes} / 1024 = 3 \text{ Mbytes}$$

Espaço de disco de 3"1/2' = 1.44 Mbytes, então 3Mbytes / 1.44 Mbytes = 2,08 discos. Portanto, são necessários 3 discos para armazenar este arquivo.

Imagem de 1024 x 768 bit/pixel e 16 tons de cinza, possui quantos bits de cor?

Considerando-se 16 cores = fatorando  $16/2 = 8/2 = 4/2 = 2/2 = 1$ , temos  $2^4 = 16$   
Assim 16 cores correspondem a 4 bits de cor.

Quantas imagens de resolução de 800 x 600 bit/pixel preto e branco posso colocar em um disco de 3"1/2'?

$$\text{Cálculo:}$$

$$800 \times 600 \times 1 = 480.000 \text{ bits} = 480.000 \text{ bits}$$

Agora vamos corresponder o valor de bits para Kbytes:

$$480.000 \text{ bits} / 8 = 60.000 \text{ Bytes}$$

$$60.000 \text{ Bytes} / 1024 = 58,59 \text{ Kbytes}$$

Correspondendo o disco de 3"1/2' de Mbytes para Kbytes temos:

$$1.44 \text{ Mbytes} \times 1024 = 1474 \text{ Kbytes}$$

$$1474 \text{ Kbytes} / 58,59 \text{ discos} = 25 \text{ imagens}$$



## ANEXO E – Material de Aprendizagem do Grupo B

---



### 1. Unidades de Medida em Informática



- [1.1 Quais são as unidades de medida?](#)
- [1.2 Por que é tomado por base o valor 1024 ao invés de 1000?](#)
- [1.3 Tabela de Unidades de Medida](#)
- [1.4 Cálculos de tamanho dos arquivos](#)
  - [1.4.1 Exemplo A](#)
  - [1.4.2 Exemplo B](#)
  - [1.4.3 Exemplo C](#)
  - [1.4.4 Exemplo D](#)
- [1.5 Exercício de Palavras Cruzadas](#)
- [1.6 Exercício de Lacunas](#)
- [1.7 Exercício de reforço](#)

#### 1.1 Quais são as Unidades de Medida?

É fundamental saber bem a diferença entre bit, Byte, Kilobyte (KB), Megabyte (MB), Gibabyte (GB) e Terabyte (TB), pois são essas as unidades de medida usadas para designar o tamanho dos arquivos. Ou seja, sabendo identificar corretamente o tamanho dos arquivos, será possível gerenciar melhor a capacidade de armazenamento dos mesmos, seja através de disquetes 1.44 MB, drives USB, CDs, DVDs, HDs, etc.

Em Informática é muito importante considerar a capacidade de armazenamento, já que quando se faz algo no computador, trabalha-se com arquivos que podem ser guardados para uso posterior. Evidentemente, quando se armazena algo, isto ocupa um certo espaço de armazenamento.

As unidades de medida e suas respectivas capacidades de armazenamento tomam por base o valor 1.024 para se chegar ao valor de MB, GB e TB.

[Voltar ao topo da página](#)

---

#### 1.2 Porque é tomado por base o valor de 1024 ao invés de 1000?

Devemos ressaltar que o termo bit (que significa binary digit - dígito binário) é usado para designar a menor unidade de informação de um computador.

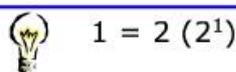
Cada conjunto de 8 bits forma o byte, o qual corresponde a um caractere, seguindo o código binário como mostra a figura abaixo.

## byte



Mas, quando se fala em bytes, grupos de bits, não se pensa na base 10, mas em uma estrutura fundamentada no código binário, ou seja, na base 2, nos dois modos que o computador detecta, geralmente chamados de 0 e 1.

## bit & byte



Ao contrário do que muitos pensam, 1 KB (1 KiloByte) não é representado por 1.000 Bytes e sim por 1.024 Bytes, pois estamos nos referindo a base 2 (do código binário) e não a base 10 (do sistema decimal), como em outros casos. Então, ao elevar-se a base 2 à décima potência, chega-se a 1024.

[Voltar ao topo da página](#)

### 1.3 Tabela de Unidades de Medida

Utilizando o raciocínio descrito anteriormente pode-se entender a seguinte tabela:

Unidade de medida	Capacidade de armazenamento
1 Byte	8 Bits
1 Kilobyte (KB)	1024 Bytes
1 Megabyte (MB)	1024 Kilobytes
1 Gigabyte (GB)	1024 Megabytes
1 Terabyte (TB)	1024 Gigabytes

[Voltar ao topo da página](#)

### 1.4 Cálculos de tamanho dos arquivos

#### 1.4.1 Exemplo A

**Um arquivo de 2048 kbytes cabe em um disco de 3"1/2' ? Falta ou sobra quanto?**

Sabemos que um disco de 3"1/2' possui um espaço de armazenamento de 1.44 Mbytes.

Assim, se 1MB corresponde a 1024 KB, quantos MB correspondem a 2048 KB?

Ou seja:

1 MB - 1024 KB

x MB - 2048 KB

Então  $x = 2048 / 1024$ , isto é,  $x = 2$ MB

Solução: 2MB não cabem em um disco de 1.44 MB, isto é, falta 0,56MB. Por isso são necessários **2 discos** de 3"1/2' para armazenar o arquivo.

[Voltar ao topo da página](#)

---

#### 1.4.2 Exemplo B

**Um arquivo de 25.165.824 bits precisa de quantos discos de 3"1/2' para ser armazenado?**

Cálculo:  $25.165.824 \text{ bits} / 8 = 3.145.728 \text{ bytes}$

$3.145.728 \text{ bytes} / 1024 = 3.072 \text{ Kbytes}$

Arquivo = 3.072 Kbytes

Disco 1.44Mb x 1024 = 1.474,6 Kbytes

Então  $3.072 \text{ KB} / 1.474,6 \text{ KB} = 2.08$  discos, ou seja, são necessários **3 discos** de 3"1/2' para armazenar o arquivo.

[Voltar ao topo da página](#)

---

#### 1.4.3 Exemplo C

**Quantos bytes correspondem a um arquivo de 2,5GB?**

Cálculo:  $2.5 \text{ GB} \times 1024 = 2560 \text{ Mbytes}$

$2560 \text{ Mbytes} \times 1024 = 2.621.140 \text{ Kbytes}$

$2.621.140 \text{ KB} \times 1024 = \mathbf{2.684.354.560 \text{ bytes}}$

[Voltar ao topo da página](#)

---

#### 1.4.4 Exemplo D

**Um arquivo de 3 Gbytes precisa de quantos discos de CD para ser armazenado?**

Sabe-se que 1 CD possui a capacidade de armazenamento de 650 MB.

Cálculo: 3 Gbytes x 1024 = 3072 Mbytes

Então 3072 MB / 650 MB = 4,73

Assim, são necessários **5 CDs** para armazenar o arquivo.

[Voltar ao topo da página](#)

### 1.5 Exercício de Palavras Cruzadas

A seguir você pode testar seus conhecimentos sobre valores de Unidades de Medida em um jogo de [palavras cruzadas](#). Divirta-se!

[Voltar ao topo da página](#)

### 1.6 Exercício de preencher lacunas

Agora você poderá preencher as lacunas em um exercício de [valores correspondentes](#) das unidades de Medida.

[Voltar ao topo da página](#)

### 1.7 Exercício de reforço

Utilize a tabela abaixo caso queira treinar alguns cálculos.

Bit	Byte	Kbyte	Mbyte	Gbyte
134.217.728	16.777.216	16.384	16	0,0156
4.294.967.296	536.870.912	524.288	512	0,5
123.480.309,8	15.435.038,72	15.073	14,72	0,01437
8.589.934.592	1.073.741.824	1.048.576	1024	1
25.165.824	3.145.728	3.072	3	0,00293

[Voltar ao topo da página](#)

 [Anterior](#)

[Próxima](#) 



## 2. Cálculo de Arquivos de Imagens - Resolução x Cor



[2.1 Resolução de cor ou também denominada profundidade de cor](#)

[2.2 Cores](#)

[2.3 Tabela de Cores x Bits](#)

[2.4 Cálculo de tamanho dos arquivos](#)

[2.4.1 Exemplo A](#)

[2.4.2 Exemplo B](#)

[2.4.3 Exemplo C](#)

[2.4.4 Exemplo D](#)

[2.4.5 Exemplo E](#)

[2.4.6 Exemplo F](#)

### 2.1 Resolução de cor ou também denominada profundidade de cor

A resolução de cor, também chamada profundidade de cor de uma imagem, significa o número total de cores possíveis para píxeis individuais numa imagem, sendo cada cor definida por um conjunto de bits. A resolução de cor influencia diretamente a qualidade de uma imagem, ou seja, quanto maior for a resolução de cor melhor será a qualidade da imagem.

Pixel (sendo o plural píxeis) (aglutinação de Picture e Element, ou seja, elemento de imagem) é o menor elemento num dispositivo de exibição (como por exemplo um monitor), ao qual é possível atribuir-se uma cor. De uma forma mais simples, um pixel é o menor ponto que forma uma imagem digital, sendo que o conjunto de milhares de pixels formam a imagem inteira.

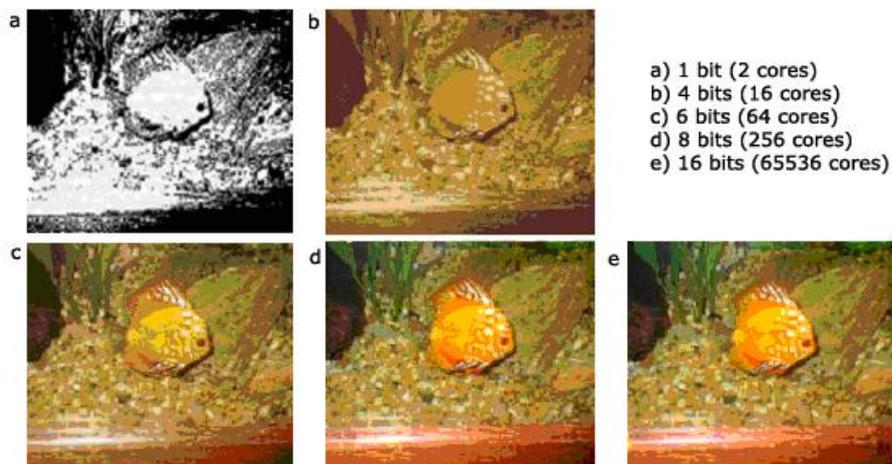
[Voltar ao topo da página](#)

### 2.2 Cores

Quando se utiliza cor real, cada ponto tem sua cor definida através dos componentes em vermelho (red), verde (green) e azul (blue). Estas são as cores básicas para formação de todos os milhões de cores no nosso monitor.

Num monitor colorido cada Pixel é composto por um conjunto de 3 pontos: verde, vermelho e azul. Nos melhores monitores cada um destes pontos é capaz de exibir 256 tonalidades diferentes (o equivalente a 8 bits) e combinando tonalidades dos três pontos é então possível exibir pouco mais de 16.7 milhões de cores diferentes. Em resolução de 640 x 480 temos 307.2 mil píxeis, a 800 x 600 temos 480 mil píxeis, a 1024 x 768 temos 786.432 mil píxeis, e assim por diante.

A seguir são apresentados alguns exemplos de resolução de imagens conforme o número de cores utilizadas.



[Voltar ao topo da página](#)

## 2.3 Tabela de Cores x Bits

Para calcular o tamanho de um arquivo de imagem deve-se multiplicar a resolução pelo número de bits de cor.

Preto e Branco	1 bit
Tons de cinza	4 ou 8 bits
Colorida	16, 24 ou 32 bits

[Voltar ao topo da página](#)

## 2.4 Cálculo de tamanho dos arquivos

Calcular o tamanho dos arquivos descritos abaixo e responder em Kbytes ou Mytes:

### 2.4.1 Exemplo A

**Imagem com resolução de 640 x 480 bit/pixel e 4 bits de cor?**

Cálculo:

$$640 \times 480 = 307.200 \text{ bits/pixel} \times 4 = 1.228.800 \text{ bits (tamanho do arquivo em bits)}$$

Agora vamos corresponder o valor de bits para Kbytes:

$1.228.800 \text{ bits} / 8 = 153.600 \text{ bytes}$   
 $153.600 \text{ bytes} / 1024 = \mathbf{150 \text{ Kbytes}}$

[Voltar ao topo da página](#)

---

#### 2.4.2 Exemplo B

**Imagem com resolução de 1024 x 768 bit/pixel, preto e branco?**

Cálculo:  
 $1024 \times 768 = 786.432 \text{ bits/pixel} \times 1 \text{ bit (preto e branco)} = 786.432 \text{ bits}$

Agora vamos corresponder o valor de bits para Kbytes:

$786.432 \text{ bits} / 8 = 98.304 \text{ bytes}$   
 $98.304 \text{ bytes} / 1024 = \mathbf{96 \text{ Kbytes}}$

[Voltar ao topo da página](#)

---

#### 2.4.3 Exemplo C

**Imagem com resolução de 640 x 480 bit/pixel e 8 bits de cor cinza?**

Cálculo:  
 $640 \times 480 = 307.200 \text{ bits/pixel} \times 8 \text{ bits} = 2.457.600 \text{ bits}$

Agora vamos corresponder o valor de bits para Kbytes:

$2.457.600 \text{ bits} / 8 = 307.200 \text{ bytes}$   
 $307.200 \text{ bytes} / 1024 = \mathbf{300 \text{ Kbytes}}$

[Voltar ao topo da página](#)

---

#### 2.4.4 Exemplo D

**Quantos discos de 3"1/2' preciso para armazenar uma imagem com resolução de 1024 x 768 bit/pixel e 32 bits de cor?**

Cálculo:  $1024 \times 768 \text{ bits/pixel} \times 32 \text{ bits de cor} = 25.165.824 \text{ bits}$

Agora vamos corresponder o valor de bits para Kbytes:

$25.165.824 \text{ bits} / 8 = 3.145.728 \text{ bytes}$   
 $3.145.728 \text{ bytes} / 1024 = 3.072 \text{ Kbytes} / 1024 = \mathbf{3Mbytes}$

Espaço de disco de  $3\frac{1}{2}$ ' = 1.44 Mbytes, então 3Mbytes / 1.44 Mbytes = 2,08 discos. Portanto, são necessários **3 discos** para armazenar este arquivo.

[Voltar ao topo da página](#)

---

#### 2.4.5 Exercício E

**Imagem de 1024 x 768 bit/pixel e 16 tons de cinza, possui quantos bits de cor?**

Considerando-se 16 cores = fatorando  $16/2 = 8/2 = 4/2 = 2/2 = 1$ , temos  $2^4 = 16$ . Assim 16 cores correspondem a 4 bits de cor.

[Voltar ao topo da página](#)

---

#### 2.4.6 Exercício F

**Quantas imagens de resolução de 800 x 600 bit/pixel preto e branco posso colocar em um disco de  $3\frac{1}{2}$ '?**

Cálculo:  
 $800 \times 600 \times 1 = 480.000 \text{ bits} = 480.000 \text{ bits}$

Agora vamos corresponder o valor de bits para Kbytes:  
 $480.000 \text{ bits} / 8 = 60.000 \text{ Bytes}$   
 $60.000 \text{ Bytes} / 1024 = 58,59 \text{ Kbytes}$

Correspondendo o disco de  $3\frac{1}{2}$ ' de Mbytes para Kbytes temos:

$1.44 \text{ Mbytes} \times 1024 = 1474 \text{ Kbytes}$   
 $1474 \text{ Kbytes} / 58,59 \text{ discos} = \mathbf{25 \text{ imagens}}$

[Voltar ao topo da página](#)



[Anterior](#)

## ANEXO F – Questionário de avaliação da usabilidade

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Grupo: ( ) A ( ) B

Você possui conhecimento anterior sobre o material estudado? ( ) Sim ( ) Não

Você considera o conteúdo importante para sua área de atuação? ( ) Sim ( ) Não

	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Talvez	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
1. O material de aprendizagem é dividido em partes (seções), minha tarefa é aprendê-las em uma ordem pré-definida.					
2. As questões para a aprendizagem não seguem sempre o mesmo modelo para suas resoluções.					
3. Esqueci de tudo o que estava acontecendo ao meu redor e de quanto tempo se passou.					
4. Estou orgulhoso das minhas soluções para os exercícios apresentados. Sinto que fiz algo significativo.					
5. O material de aprendizagem avalia meus desempenhos com classificações (notas) de minhas atividades.					
6. É mais útil aprender tópicos com este material no computador do que com livros em sala de aula.					
7. Este material exige que eu tenha conhecimentos de outro material de aprendizagem anterior.					
8. Este material de aprendizagem não me deixa prosseguir para o próximo ponto ou exercício antes de ter respondido corretamente a cada questão.					
9. Os programas utilizados (calculadora, exercícios, jogos, etc.) são simples e práticos de usar.					
10. Quando erro a solução de uma tarefa, o programa me envia um aviso amigável.					
11. O <i>feedback</i> (aviso/resposta dado pelo sistema) é imediato.					
12. Recebo <i>feedback</i> (aviso) motivador.					
13. A linguagem usada é natural. Os termos, frases, conceitos são similares àqueles usados no meu dia-a-dia ou no ambiente de estudo.					
14. Não fico confuso com a forma com que os símbolos, ícones, imagens são usados.					
15. As imagens ajudam a aprender.					
16. As informações são organizadas em uma ordem natural e lógica.					
17. Sinto como se eu estivesse no controle da minha própria aprendizagem ao interagir com o <i>site</i> .					
18. Eu posso usar meus próprios caminhos para encontrar o que eu quero aprender dentro do <i>site</i> .					
19. Tenho de lembrar muitas coisas ao mesmo tempo. Gostaria de usar o papel para escrever algumas anotações.					
20. Cada página apresenta todos os botões de navegação ou hiperlinks necessários, tais como, anterior (voltar), próxima e página inicial ( <i>homepage</i> ).					

	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Talvez	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
21. Este material de aprendizagem dá inicialmente um exemplo de exercício com uma solução correta.					
22. Gosto de aprender com questões de exemplo e suas soluções.					
23. Este material de aprendizagem ensina habilidades e conhecimentos que necessitarei no futuro.					
24. A mesma forma de apresentação e organização do conteúdo é usada em todo <i>site</i> .					
25. As informações são apresentadas em um formato que os torna fácil de aprender.					
26. As cores são usadas da mesma forma em todo o <i>site</i> .					
27. Os <i>links</i> das páginas correspondem aos títulos das páginas as quais estão vinculadas.					
28. A qualquer hora que um erro é cometido uma mensagem de erro é apresentada.					
29. Acho fácil entrar com informações no sistema.					
30. As mensagens de erros indicam precisamente qual é o problema.					
31. As mensagens de erro indicam um procedimento para a correção do erro.					
32. Se um erro de digitação (dados) resulta em um erro, não preciso digitar novamente o comando por inteiro, mas reparar somente a parte errada.					
33. Sei onde estou e quais opções seguir, isto é, o que concluí e o que ainda devo fazer.					
34. Há <i>links</i> que levam aos tópicos de estudos (seções) dentro da mesma página.					
35. As cores para os <i>links</i> são consistentes com as convenções da <i>Web</i> , isto é, <i>links</i> não visitados em azul e os visitados em vermelho ou roxo.					
36. As informações importantes são colocadas no topo da página.					
37. Não preciso rolar (barra de rolagem) várias páginas para encontrar as informações que procuro.					
38. O conteúdo mantém minha atenção.					
39. O conteúdo está no nível apropriado de meu entendimento.					
40. Está claro quais materiais são protegidos por leis de direito autoral e quais não são.					
41. O <i>site</i> me permite planejar, avaliar e questionar minhas habilidades de aprendizagem.					
42. Este <i>site</i> me encoraja a aplicar as habilidades de aprendizagem nas situações práticas da vida.					
43. São empregadas tarefas autênticas e contextualizadas (tarefas práticas), mais do que instruções abstratas (conceitos teóricos).					
44. O material de aprendizagem me faz querer aprender, sinto-me motivado.					
45. Gosto de fazer auto-avaliações neste <i>site</i> .					
46. Gosto do visual e da aparência deste <i>site</i> .					
47. Gosto dos testes e jogos no <i>site</i> .					

## ANEXO G – Graus de severidade das questões do questionário de usabilidade

Nº	Severidade	Questão de usabilidade
1.	Média	O material de aprendizagem é dividido em partes (seções), minha tarefa é aprendê-las em uma ordem pré-definida.
2.	Média	As questões para a aprendizagem não seguem sempre o mesmo modelo para suas resoluções.
3.	Média	Esqueci de tudo o que estava acontecendo ao meu redor e de quanto tempo se passou.
4.	Média	Estou orgulhoso das minhas soluções para os exercícios apresentados. Sinto que fiz algo significativo.
5.	Média	O material de aprendizagem avalia meus desempenhos com classificações (notas) de minhas atividades.
6.	Baixa	É mais útil aprender tópicos com este material no computador do que com livros em sala de aula.
7.	Baixa	Este material exige que eu tenha conhecimentos de outro material de aprendizagem anterior.
8.	Média	Este material de aprendizagem não me deixa prosseguir para o próximo ponto ou exercício antes de ter respondido corretamente a cada questão.
9.	Média	Os programas utilizados (calculadora, exercícios, jogos, etc.) são simples e práticos de usar.
10.	Baixa	Quando erro a solução de uma tarefa, o programa me envia um aviso amigável.
11.	Alta	O <i>feedback</i> (aviso/resposta dado pelo sistema) é imediato.
12.	Baixa	Recebo <i>feedback</i> (aviso) motivador.
13.	Média	A linguagem usada é natural. Os termos, frases, conceitos são similares àqueles usados no meu dia-a-dia ou no ambiente de estudo.
14.	Alta	Não fico confuso com a forma com que os símbolos, ícones, imagens são usados.
15.	Média	As imagens ajudam a aprender.
16.	Média	As informações são organizadas em uma ordem natural e lógica.
17.	Média	Sinto como se eu estivesse no controle da minha própria aprendizagem ao interagir com o <i>site</i> .
18.	Média	Eu posso usar meus próprios caminhos para encontrar o que eu quero aprender dentro do <i>site</i> .
19.	Alta	Tenho de lembrar muitas coisas ao mesmo tempo. Gostaria de usar o papel para escrever algumas anotações.
20.	Alta	Cada página apresenta todos os botões de navegação ou hiperlinks necessários, tais como, anterior (voltar), próxima e página inicial ( <i>homepage</i> ).
21.	Média	Este material de aprendizagem dá inicialmente um exemplo de exercício com uma solução correta.

22.	Alta	Gosto de aprender com questões de exemplo e suas soluções.
23.	Alta	Este material de aprendizagem ensina habilidades e conhecimentos que necessitarei no futuro.
24.	Média	A mesma forma de apresentação e organização do conteúdo é usada em todo <i>site</i> .
25.	Média	As informações são apresentadas em um formato que os torna fácil de aprender.
26.	Média	As cores são usadas da mesma forma em todo o <i>site</i> .
27.	Baixa	Os <i>links</i> das páginas correspondem aos títulos das páginas as quais estão vinculadas.
28.	Alta	A qualquer hora que um erro é cometido uma mensagem de erro é apresentada.
29.	Baixa	Acho fácil entrar com informações no sistema.
30.	Alta	As mensagens de erros indicam precisamente qual é o problema.
31.	Alta	As mensagens de erro indicam um procedimento para a correção do erro.
32.	Média	Se um erro de digitação (dados) resulta em um erro, não preciso digitar novamente o comando por inteiro, mas reparar somente a parte errada.
33.	Alta	Sei onde estou e quais opções seguir, isto é, o que concluí e o que ainda devo fazer.
34.	Média	Há <i>links</i> que levam aos tópicos de estudos (seções) dentro da mesma página.
35.	Média	As cores para os <i>links</i> são consistentes com as convenções da <i>Web</i> , isto é, <i>links</i> não visitados em azul e os visitados em vermelho ou roxo.
36.	Média	As informações importantes são colocadas no topo da página.
37.	Baixa	Não preciso rolar (barra de rolagem) várias páginas para encontrar as informações que procuro.
38.	Média	O conteúdo mantém minha atenção.
39.	Média	O conteúdo está no nível apropriado de meu entendimento.
40.	Baixa	Está claro quais materiais são protegidos por leis de direito autoral e quais não são.
41.	Média	O <i>site</i> me permite planejar, avaliar e questionar minhas habilidades de aprendizagem.
42.	Média	Este <i>site</i> me encoraja a aplicar as habilidades de aprendizagem nas situações práticas da vida.
43.	Alta	São empregadas tarefas autênticas e contextualizadas (tarefas práticas), mais do que instruções abstratas (conceitos teóricos).
44.	Média	O material de aprendizagem me faz querer aprender, sinto-me motivado.
45.	Média	Gosto de fazer auto-avaliações neste <i>site</i> .
46.	Média	Gosto do visual e da aparência deste <i>site</i> .
47.	Baixa	Gosto dos testes e jogos no <i>site</i> .

## ANEXO H – Carta de informação e Termo de consentimento ao Sujeito de Pesquisa

---

### CARTA DE INFORMAÇÃO AO SUJEITO DE PESQUISA

O presente trabalho se propõe a estudar a correlação da usabilidade do material de aprendizagem com o desempenho dos alunos. Os dados para o estudo serão coletados através da aplicação de um teste de avaliação do desempenho individual dos alunos e um questionário de usabilidade que serão preenchidos após o período de interação com o material de aprendizagem.

Os instrumentos de avaliação serão aplicados pela pesquisadora Doris Simone Reitz no Laboratório de Informática do SENAI/RS do curso de Rede de Computadores da Escola de Educação Profissional SENAI Porto Alegre. Este material será posteriormente analisado e será garantido sigilo absoluto sobre as questões respondidas pelos alunos e também sobre o nome dos participantes. A divulgação do trabalho terá finalidade acadêmica, esperando contribuir para um maior conhecimento do tema estudado.

Os dados coletados serão utilizados na tese de doutorado de Doris Simone Reitz, aluna do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PGIE) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Agradeço sua participação!

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, o(a) aluno(a) \_\_\_\_\_(Nome e sobrenome), estudante da Escola de Educação Profissional SENAI Porto Alegre, após leitura da CARTA DE INFORMAÇÃO AO SUJEITO DA PESQUISA, firmo meu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO de concordância em participar da pesquisa proposta.

Porto Alegre, 26 de março de 2009.

---

Assinatura do aluno(a)

## ANEXO I - Carta de informação e Termo de consentimento à Instituição

---

### CARTA DE INFORMAÇÃO À INSTITUIÇÃO

Esta pesquisa tem como objetivo principal verificar se a usabilidade técnica e pedagógica do material de aprendizagem interferem no desempenho da aprendizagem de alunos em *e-learning*. Para tanto, são propostos comparativos em duas condições distintas de material de aprendizagem, ou seja, a interação dos alunos com um material de aprendizagem que não apresenta condições de usabilidade adequadas, e em outro de mesmo conteúdo programático que apresenta condições de usabilidade técnica e pedagógica implementadas.

Para tanto, solicitamos a autorização desta instituição para a aplicação de instrumentos de coleta de dados através de um teste de avaliação de desempenho dos alunos e de um questionário de usabilidade aplicados ao final da interação dos alunos para com o material de aprendizagem. Os indivíduos não serão obrigados a participar da pesquisa, podendo desistir a qualquer momento. Quaisquer dúvidas que existirem agora ou depois poderão ser livremente esclarecidas, bastando entrar em contato com a pesquisadora no telefone abaixo mencionado. De acordo com estes termos, favor assinar abaixo. Uma cópia ficará com a instituição e outra com a pesquisadora. Obrigada.

---

Doris Simone Reitz  
Doutoranda do Programa de Pós-Graduação  
em Informática na Educação (PPGIE/UFRGS)  
(51) 9985-9109

---

Diretor Clovis Leopoldo Reichert  
Faculdade de Tecnologia SENAI Porto Alegre  
(51) 3347-8400

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pelo presente instrumento, o Sr. Clovis Leopoldo Reichert, diretor da instituição, após a leitura da CARTA DE INFORMAÇÃO À INSTITUIÇÃO, ciente dos procedimentos propostos, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e do explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO de concordância quanto à realização da pesquisa.

Porto Alegre, 26 de março de 2009.

---

Diretor Clovis Leopoldo Reichert