

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

INGRID DE VARGAS MITO

**ChatMath: Ferramenta de Comunicação  
Síncrona para Troca de Formalismos  
Matemáticos através da Web**

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do grau de Mestre em Ciência  
da Computação

Prof. Dr. Tiarajú Asmuz Diverio  
Orientador

Profa. Dra. Beatriz Regina Tavares Franciosi  
Co-Orientadora

Porto Alegre, outubro de 2003

## CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Mito, Ingrid de Vargas

ChatMath: Ferramenta de Comunicação Síncrona para Troca de Formalismos Matemáticos através da Web/ Ingrid de Vargas Mito – Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Computação, 2003.

149 f.:il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Porto Alegre, BR – RS, 2003. Orientador: Diverio, Tiarajú Asmuz. Co-orientadora: Franciosi, Beatriz Regina Tavares

1.Ferramenta de Comunicação Síncrona. 2. Linguagem de Marcação 3. Ferramenta Web. I. Diverio, Tiarajú Asmuz. II. Franciosi, Beatriz Regina Tavares. III. Título

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitora: Prof<sup>ª</sup>. Wrana Maria Panizzi

Pró-Reitor de Ensino: Prof. José Carlos Ferraz Hennemann

Pró-Reitora Adjunta de Pós-Graduação: Prof<sup>ª</sup>. Jocélia Grazia

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

Coordenador do PPGC: Prof. Carlos Alberto Heuser

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

“Armei a minha tenda, trabalhei, suei, vi que valeu a pena e parti.”  
(Autor Desconhecido)

## AGRADECIMENTOS

Ao bom Deus, pelo dom da vida, e pela sua divina providência e misericórdia, que sempre me assistem.

À minha família, minha mãe Odir de Vargas Mito, meu pai Warley da Silva Mito, meu irmão Anderson de Vargas Mito, minha avó Clari da Silva Mito, minha tia Magda Regina Mito Dornelles, meu tio Jorge Dornelles e meus primos André e Mauro Mito Dornelles pela força, paciência, incentivo e amor.

Ao meu grande amigo e orientador Prof. Dr. Tiarajú Asmuz Diverio que sempre me apoiou e incentivou desde a graduação no Instituto de Informática. Obrigada pelos puxões de orelha, pela amizade, pelos conselhos e pelo seu grande coração. Sem seu apoio com certeza eu não teria chegado até aqui. Muito obrigada!

À minha co-orientadora, Profa. Dra. Beatriz Regina Tavares Franciosi, por sua paciência, estímulo e pelas correções de inúmeros textos e capítulos da dissertação. Foi um privilégio fazer meu estágio na PUCRS e ter a oportunidade de conviver com você e conhecer essa pessoa tão humana e tão legal que você é. Muito obrigada mesmo!

Ao querido Igor Vinícius de Oliveira Teixeira, que revisou meus artigos e capítulos da dissertação, que participou das minhas crises nesta fase, sempre se colocando a disposição para ajudar.

Ao pessoal da sala 807, os *Webs* da PUCRS Virtual, em especial a André Berni, Andréia Ferreira Ramos, Bianco Santana, Cristian Tristão, Leandro Senott Peres, Maira Penteadó, Marcelo Silveira, Patrick Calvetti, Régis Araújo, Ricardo Abreu, Rodrigo Barfknecht e Vinícius Cauduro Colling, por estarem sempre dispostos a ajudar, pelos almoços, pelas brincadeiras e pela amizade. Foi muito bom ter convivido com vocês!

Ao Campus Virtual da PUCRS VIRTUAL, unidade de Educação a Distância da PUCRS, por ter me cedido espaço para trabalhar e desenvolver a ferramenta.

Ao Instituto de Informática da UFRGS e seus professores, funcionários, especialmente o pessoal da biblioteca, Beatriz Regina Bastos Haro, Ida Rossi, Henrique da Silva Costa, Adriana Gonçalves, Grace Maria Prado Barra e Rúbia Santos Borré.

Ao CNPQ por ter patrocinado o meu mestrado e este trabalho.

Aos meus ex-colegas da UFRGS, meus amigos, Paulo César Herrman, Ricardo Litchler Rafael Huff, Cátia Brondani, Maíra Colling Wenzel por se preocuparem comigo e por estarem sempre presentes, mesmo de longe.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>12</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>14</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Introdução a Ferramentas CMC.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Bate-Papo.....</b>	<b>21</b>
2.2.1 Ferramentas Prototípicas de Bate-papo .....	23
2.2.2 Ferramentas <i>Messengers</i> e ICQ .....	25
2.2.3 Ferramentas Gráficas de Bate-papo.....	26
2.2.4 Ferramentas de Bate-papo com Transmissão de Vídeo.....	27
2.2.5 Ferramentas Bate-papo para Atividades Específicas.....	28
2.2.6 Algumas Considerações sobre Ferramentas de Bate-papo.....	28
<b>2.3 <i>Whiteboard</i> Compartilhado.....</b>	<b>29</b>
2.3.1 Ferramentas Prototípicas de <i>Whiteboard</i> .....	30
2.3.2 Ferramentas Específicas de <i>Whiteboard</i> .....	31
2.3.3 Algumas Considerações sobre Ferramenas <i>Whiteboard</i> .....	32
<b>2.4 Ferramentas para Ambientes Virtuais .....</b>	<b>32</b>
2.4.1 Ambientes de Gerenciamento de Cursos.....	33
2.4.2 Ambientes para Elaboração de Projetos .....	35
2.4.3 Ambientes para Suporte de Cursos.....	37
2.4.4 Considerações e Características sobre Ambientes Virtuais.....	38
<b>2.5 Considerações Finais .....</b>	<b>40</b>
<b>3 LINGUAGENS MATEMÁTICAS .....</b>	<b>42</b>
<b>3.1 As Linguagens de Marcas .....</b>	<b>42</b>
<b>3.2 Linguagens de Marcação Matemática .....</b>	<b>46</b>
<b>3.3 Linguagens de Marcação Procedimental para Matemática .....</b>	<b>48</b>
3.3.1 TeX .....	49
3.3.2 LaTeX.....	49
<b>3.4 Linguagens de Marcação Descritivas para Matemática .....</b>	<b>50</b>
3.4.1 OpenMath .....	50

3.4.2	MathML.....	51
<b>3.5</b>	<b>Considerações Finais .....</b>	<b>54</b>
<b>4</b>	<b>APLICAÇÕES QUE UTILIZAM LINGUAGEM DE MARCAÇÃO MATEMÁTICA....</b>	<b>55</b>
<b>4.1</b>	<b>Ambientes de Matemática.....</b>	<b>55</b>
4.1.1	Maple .....	56
4.1.2	Mathematica.....	56
4.1.3	Mathcad .....	57
4.1.4	I-mat.....	58
<b>4.2</b>	<b>Ferramentas para Matemática.....</b>	<b>58</b>
4.2.1	Editores de Linguagens de Marcação Matemática .....	58
4.2.2	Tradutores de Linguagens de Marcação Matemática .....	61
4.2.3	Conversores de Linguagens de Marcação Matemática.....	64
4.2.4	Interpretadores de Linguagens de Marcação Matemática .....	65
<b>4.3</b>	<b>Considerações Finais .....</b>	<b>68</b>
<b>5</b>	<b>CHATMATH .....</b>	<b>70</b>
<b>5.1</b>	<b>Requisitos para o Desenvolvimento do Protótipo .....</b>	<b>70</b>
<b>5.2</b>	<b>Especificação .....</b>	<b>70</b>
5.2.1	Especificação do Módulo Bate-Papo.....	71
5.2.2	Especificação do Módulo Tratamento de Fórmulas .....	72
<b>5.3</b>	<b>Projeto de Interface .....</b>	<b>77</b>
5.3.1	Perfil do Usuário.....	77
5.3.2	Requisitos e Tarefas.....	78
<b>5.4</b>	<b>Implementação dos Módulos .....</b>	<b>83</b>
5.4.1	Tecnologias Utilizadas para o Desenvolvimento do ChatMath.....	84
5.4.2	Arquitetura do ChatMath.....	84
5.4.3	Implementação do Módulo de Bate-papo.....	85
5.4.4	Implementação do Módulo Tratamento de Fórmulas.....	86
5.4.5	Formalismos Matemáticos abrangidos pelo ChatMath .....	86
<b>5.5</b>	<b>Instalação e Configuração .....</b>	<b>87</b>
<b>5.6</b>	<b>Interface .....</b>	<b>87</b>
<b>5.7</b>	<b>Contextualização do Protótipo .....</b>	<b>92</b>
<b>6</b>	<b>AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO CHATMATH .....</b>	<b>94</b>
<b>6.1</b>	<b>Desenho da Pesquisa .....</b>	<b>95</b>
6.1.1	Amostragem e Instrumentos de Coleta de Dados.....	95
6.1.2	Procedimentos para Coleta de Dados .....	98
<b>6.2</b>	<b>Descrição e Análise dos Resultados Obtidos .....</b>	<b>99</b>
6.2.1	Análise Qualitativa dos Resultados .....	99
6.2.2	Análise Quantitativa dos Resultados .....	102
<b>6.3</b>	<b>Considerações Finais .....</b>	<b>104</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>105</b>
<b>7.1</b>	<b>Contribuições e Resultados Obtidos .....</b>	<b>105</b>
7.1.1	Publicações .....	107
7.1.2	Integração do Bate-papo .....	108
7.1.3	Metodologia de Avaliação .....	108
7.1.4	Outros Aspectos.....	108

<b>7.2</b>	<b>Limitações .....</b>	<b>109</b>
<b>7.3</b>	<b>Trabalhos Futuros .....</b>	<b>109</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>111</b>
	<b>ANEXO A RECURSOS LATEX PARA FORMALISMOS MATEMÁTICOS</b>	<b>119</b>
	<b>ANEXO B DICIONÁRIO DE DADOS DO MÓDULO BATE-PAPO.....</b>	<b>124</b>
	<b>ANEXO C ELEMENTOS DE APRESENTAÇÃO MATHML .....</b>	<b>125</b>
	<b>ANEXO D CLASSES DO MÓDULO DE TRATAMENTO DE FÓRMULAS ..</b>	<b>130</b>
	<b>ANEXO E HEURÍSTICAS DE USABILIDADE .....</b>	<b>132</b>
	<b>ANEXO F DESCRIÇÃO DOS <i>SCRIPTS</i> DO BATE-PAPO.....</b>	<b>138</b>
	<b>ANEXO G DETALHES DE IMPLEMENTAÇÃO DO CHATMATH .....</b>	<b>140</b>
	<b>ANEXO H <i>LOG</i> DA SEGUNDA SESSÃO.....</b>	<b>145</b>
	<b>ANEXO I SUGESTÕES PARA O CHATMATH .....</b>	<b>148</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	Application Program Interface
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
CAMILE	Collaborative and Multimedia Interactive Learning Environment
CAT	Cases Authoring Tool
CMC	Computer Mediated Communication
CML	Chemical Markup Language
CRC	Cyclic Redundancy Checksum
CSS	Cascating Style Sheets
DDA	Design Discussion Área
DOM	Document Object Model
DTD	Document Type Definition
DTE	Diagrama de Transição de Estado
DVI	Device Independent
EAD	Ensino a Distância
Ebook	Eletronic Book
FACIN	Faculdade de Informática
FTP	File Tranfer Proctocl
GIF	Graphic Interchange Format
GMCPAD	Grupo de Matemática da Computação e Processamento de Alto Desempenho
GNU	General Public License
HTML	Hypertext Markup Language
IBM	International Business Machines Corporation
ICQ	I seek you
ICUII	I see you too
IE	Internet Explorer
IG	Internet Gratuita
IMS	Instructional Management System
IRC	Internet Relay Chat
JPEG	Joint Photographic Experts Group
LED/UFBA	Laboratório de Ensino a Distância/Universidade Federal da Bahia
LINC	Learning in Network Communicaties
MathML	Mathematica Markup Language
MSN	Messenger Service
NIED	Núcleo de Informática Aplicada à Educação
ODBC	Object Database Connectivity
OpenMath	Open Mathematical

OS/2	Operation System/2
PDF	Portable Document Format
PNG	Portable Network Graphics
PPGC	Programa de Pós-Graduação em Computação
PUC-RJ	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
RTF	Rich Text Format
SAX	Simplified API for XML
SGBD	Sistema de Gestão de Bases de Dados
SGML	Standard Generalized Markup Language
SMIL	Synchronized Multimedia Integration Language
SVG	Scalable Vector Graphics
TXT	Text Document
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
ULT	Universal Learning Technology
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNICODE	Unique Code
UOL	Universo OnLine
URL	Unique Resource Locator
UTF-6	Unicode Transformation Format - 6
UTF-8	Unicode Transformation Format - 8
W3C	World Wide Web Consortium
WB	Whiteboard Software
WebCT	Web Course Tool
WebEQ	Web Equation
WYSIWYG	What you See is What you Get
XHTML	Extensible Hypertext Markup Language
XML	Extensible Markup Language
XSLT	Extensible Stylesheet Language Transformations
XUL	XML User Interface Language

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Jogo dos números.....	15
Figura 1.2: Esquema da pesquisa .....	18
Figura 2.1: Índice de audiência dos portais brasileiros .....	20
Figura 2.2: <i>Interface</i> típica das ferramentas de bate-papo.....	21
Figura 2.3: <i>Interface</i> da ferramenta de bate-papo IRC .....	24
Figura 2.4: <i>Interface</i> do Bate-pao UOL.....	24
Figura 2.5: <i>Interface</i> do IGPAPO.....	24
Figura 2.6: <i>Interface</i> do PSIU.com do Globo.....	25
Figura 2.7: <i>Interface</i> do Chat Terra.....	25
Figura 2.8: <i>Interface</i> do ICQ2GO .....	26
Figura 2.9: <i>Interface</i> das ferramentas ThePalece e Onchat .....	27
Figura 2.10: Ferramenta Netmeeting.....	27
Figura 2.11: Eletronic Brainstorming.....	28
Figura 2.12: <i>Interface</i> típica para <i>whiteboard</i> .....	29
Figura 2.13: Ferramenta WB.....	30
Figura 2.14: <i>Interface</i> do <i>whiteboard</i> da Netmeeting.....	30
Figura 2.15: <i>Interface</i> do <i>whiteboard</i> da Groupboard.....	31
Figura 2.16: <i>Interface whiteboard</i> da Groupboard de matemática.....	32
Figura 2.17: <i>Interface</i> do WebCT.....	34
Figura 2.18: <i>Interface</i> da ferramenta de bate-papo do Learning Space.....	34
Figura 2.19: <i>Interface</i> da ferramenta de bate-papo do AulaNet .....	35
Figura 2.20: <i>Interface</i> do Belvedere .....	36
Figura 2.21: <i>Interface</i> do bate-papo do Linc Virtual School.....	38
Figura 3.1: Partes de um documento .....	44
Figura 3.2: Árvore do documento .....	44
Figura 3.3: Exemplo de <i>namespaces</i> .....	45
Figura 3.4: Passos para produção de um documento TeX .....	49
Figura 3.5: Exemplo de um documento OpenMath .....	51
Figura 3.6: Exemplo de documento MathML .....	52
Figura 3.7: Ilustração de uma caixa de apresentação .....	53
Figura 4.1: Central MathML da Wolfram Research .....	57
Figura 4.2: <i>Interface</i> do EzMath.....	59
Figura 4.3: <i>Interface</i> do MathMLed .....	60
Figura 4.4: <i>Interface</i> do Mathtype .....	60
Figura 4.5: Barra de Ferramentas o Equation Editor.....	61
Figura 4.6: WebEq Editor da MathType .....	61
Figura 4.7: <i>Interface</i> Itex2MML no Netscape.....	62

Figura 4.8: Funcionamento do tradutor TeX4ht.....	63
Figura 4.9: Interface de entrada de fórmulas TeX no tradutor TtM.....	63
Figura 4.10: Resposta do exemplo da figura.....	64
Figura 4.11: Exemplo de conversão MathML para PDF no Context.....	65
Figura 4.12: Exemplo de um documento MathML em TechExplorer.....	68
Figura 4.13: Exemplo visualizado no Internet Explorer.....	68
Figura 5.1: Módulos da ferramenta ChatMath.....	71
Figura 5.2: Diagrama Contextual do Módulo Bate-Papo.....	72
Figura 5.3: DFD Simplificado do Módulo Tratamento de Fórmulas.....	73
Figura 5.4: Diagrama de Classes do módulo Tratamento de Fórmulas.....	75
Figura 5.5: Diagrama de Eventos do processo de tradução LaTeX - MathML para classe ExpressãoUmTermo.....	76
Figura 5.6: Diagrama de Transição de Estados da navegação do usuário-ChatMath.....	83
Figura 5.7: Estrutura interna da ferramenta.....	84
Figura 5.8: Diagrama dos scripts PHP do módulo de Bate-papo.....	85
Figura 5.9: Tela Inicial do ChatMath.....	88
Figura 5.10: Funções de entrada.....	88
Figura 5.11: Tela da ferramenta de bate-papo ChatMath.....	88
Figura 5.12: Barra de ferramenta do ChatMath.....	89
Figura 5.13: Tela de busca das funções em LaTeX.....	89
Figura 5.14: Utilizando comando MathML do MathPlayer.....	90
Figura 5.15: Marcação MathML.....	90
Figura 5.16: Tela Inicial e Tela Principal do Módulo Administrador.....	91
Figura 5.17: Telas de logs do Módulo Administrador conforme visualizado no ChatMath.....	91
Figura 5.18: Telas de logs com textos MathML e LaTeX.....	92
Figura 5.19: Visualização Contextual da ferramenta.....	93
Figura 6.1: Gráfico das ferramentas de bate-papo pelo número de alunos as utilizam.....	97
Figura 6.2: Gráfico de linguagens de marcação pelo número de alunos que as utilizam..	97
Figura 6.3: Gráficos com dados sobre a linguagem LaTeX.....	98
Figura 6.4: Entradas HTML e javascript feitas pelos alunos no ChatMath.....	101
Figura 6.5: Transcrição de uma parte da conversação no ChatMath.....	102

## LISTA DE TABELA

Tabela 2.1: Características de algumas ferramentas CMC.....	20
Tabela 2.2: Alguns símbolos de <i>emoticons</i> .....	22
Tabela 2.3: Ferramentas de ambientes de gerenciamento de cursos .....	33
Tabela 2.4: Ferramentas para elaboração de projetos .....	35
Tabela 2.5: Ferramentas para suporte de cursos.....	37
Tabela 2.6: Características das ferramentas de bate-papo dos ambientes de gerenciamento de cursos.....	39
Tabela 2.7: Características das ferramentas de <i>whiteboard</i> dos ambientes de gerenciamento de cursos.....	39
Tabela 3.1: DTD e esquema XML .....	45
Tabela 3.2: Características das linguagens de marcação matemática .....	48
Tabela 3.3: Exemplos de editores LaTeX .....	50
Tabela 3.4: Comparação entre duas marcações de apresentação MathML.....	53
Tabela 3.5: Interpretadores MathML para navegadores Web conforme a plataforma.....	54
Tabela 4.1: Características funcionais de ambientes matemáticos.....	55
Tabela 4.2: Características dos editores de linguagem de marcação matemática .....	59
Tabela 4.3: Características dos tradutores de linguagem matemática.....	62
Tabela 4.4: Características dos conversores de linguagem matemática.....	64
Tabela 4.5: Características dos interpretadores de linguagens de marcação matemática .....	66
Tabela 4.6: Código para MathPlayer com <OBJECT>.....	66
Tabela 5.1: Notação LaTeX.....	74
Tabela 5.2: Exemplos de notação LaTeX e MathML .....	74
Tabela 5.3: Características de aplicativos.....	78
Tabela 5.4: Listagem das principais tarefas do usuário-ChatMath .....	78
Tabela 5.5: Principais <i>scripts</i> do módulo de tratamento de fórmulas .....	86
Tabela 5.6: Tabela de Abrangência da ferramenta .....	86
Tabela 5.7: Exemplos de entrada de formalismos matemáticos LaTeX e sua visualização em MathML .....	89
Tabela 6.1: Quadro resumo do desenho da pesquisa.....	94
Tabela 6.2: Resultado do questionário fechado.....	103
Tabela 7.1: Tabela de comparação as características presentes no ChatMath e em ferramentas de bate-papo de ambientes de gerenciamento de cursos .....	106
Tabela 7.2: Tabela de comparação de características presentes em ambientes de matemática e no ChatMath.....	106
Tabela 7.3: Tabela de comparação de características presentes em editores de textos matemáticos e no ChatMath .....	107

## RESUMO

A comunicação é essencial para a vida em grupo, e se dá através da linguagem. Existem diversas formas de linguagem, porém a linguagem matemática vai além das demais, pois é universal. O advento dos aparelhos eletrônicos e, em especial, do computador, tornou possível o desenvolvimento de padrões e aplicativos que pudessem manipular símbolos matemáticos eletronicamente. A *Web* trouxe consigo a linguagem HTML para visualização de textos e, mais atualmente, o padrão de linguagem de marcação XML e seus aplicativos, que têm características melhores que o HTML quanto à estruturação, armazenamento e indexação de dados. Uma das aplicações advindas do XML foi a linguagem de marcação matemática MathML, que contribuiu para a manipulação e visualização de formalismos matemáticos na *Web*, e vem se tornando um padrão no meio acadêmico, educacional e comercial.

As diversas aplicações matemáticas (editores, ambientes matemáticos) desenvolvidas para o computador geralmente não permitem a discussão em linguagem matemática de forma síncrona pela rede de computadores. Sabe-se que na Internet a conexão de pessoas num mesmo momento através de ferramentas síncronas é muito difundida, como é o caso de aplicativos do tipo bate-papo; no entanto, esses aplicativos não possuem funcionalidades que permitam a troca de textos matemáticos. Há, portanto, uma limitação em relação a ferramentas de comunicação síncrona para matemática na *Web*.

Este trabalho quer oferecer uma alternativa ao público que deseje trocar formalismos matemáticos de forma síncrona pela *Web*, a fim de verificar se esse tipo de ferramenta é efetivamente usável para discussões matemáticas. Para isso, foi desenvolvido um protótipo que reúne as características de uma ferramenta típica de bate-papo com as vantagens advindas das linguagens de marcação: o ChatMath.

O trabalho também aponta características de aplicativos matemáticos e de ferramentas síncronas textuais e descreve as linguagens de marcação matemática. Para fins de avaliação do protótipo desenvolvido, fez-se uma pesquisa a fim de verificar sua efetiva utilidade para troca de formalismos matemáticos, dentro do contexto educacional. Os resultados dessa pesquisa confirmam a hipótese levantada, embora identifiquem modificações funcionais e de uso da ferramenta, havendo necessidade de reavaliação da avaliação, para se obter resultados mais detalhados.

**Palavras-chave:** ferramenta de comunicação, bate-papo, linguagem de marcação, MathML, LaTeX, ferramenta *Web*.

## **ChatMath: Synchronous Communication Tool to Exchange Mathematical Formalisms through the Web**

### **ABSTRACT**

There are several forms of language, but mathematical language goes beyond, for it is universal. The advent of electronic devices, especially the computer, made possible the development of standard and software that could electronically manipulate mathematical symbols.

The Web brought with it HTML language, for text visualization, and, more recently, the XML markup language standard and its applications, which have better characteristics than HTML when it comes to data structures, storage and indexation. One of these applications is MathML Mathematical Markup Language, which contributes to manipulating and visualizing Mathematical formalisms on the Web, and is becoming a standard in academic, educational and commercial environments.

Usually, the different mathematical applications (editors, mathematical environments) developed for computers don't allow discussing in Mathematical Language in a synchronous way on the Net. It is known that, on the Internet, the connection of people at the same time, through synchronous tools, is largely spread, as in applications such as chat; however, these applications don't have functionalities that allow the exchanging of Mathematical texts. Therefore, there is a limitation regarding synchronous communication tools for Mathematics on the Web.

This work wishes to offer an alternate way of exchanging mathematical formalisms in a synchronous way on the Web, in order to check if this kind of tool is useful for mathematical discussions. To accomplish this objective, a prototype was developed, and it gathers the characteristics of a typical chat tool to the advantages of markup languages: the ChatMath.

This work also points to characteristics of mathematical applications and of textual synchronous tools, and describes the mathematical markup languages. In order to evaluate the prototype, a research verified its usefulness in the exchange of mathematical formalism in the educational context. The results of this research confirm the usability and functionality of the studied object, although they identify the possibility of changes. It is necessary to re-evaluate the ChatMath in order to obtain more detailed results.

**Keywords:** communication tool, Chat, markup language, MathML, LaTeX, Web tool.

## 1 INTRODUÇÃO

A linguagem é uma forma de expressar idéias estritamente vinculadas a grupos de pessoas. A linguagem matemática, em especial, utiliza símbolos/caracteres gráficos específicos para expressar formalismos e essa forma de escrever traz consigo a vantagem de transcender idiomas e de socializar a informação de forma sincrética. Assim, diz-se que a linguagem matemática é concisa e precisa. Concisa, porque com apenas alguns símbolos ela pode expressar frases que, se escritas na linguagem coloquial, usariam uma maior quantidade de símbolos. Precisa, porque indica a idéia exata, isto é, sem dupla interpretação.

Expressar a idéia associada a formalismos em português coloquial implica utilizar palavras de um idioma e assim restringir seu entendimento àqueles que o compreendem. Por exemplo, considere a expressão da seguinte idéia "dois somados a três é igual a cinco", a qual em linguagem matemática é escrita por " $2+3=5$ ". Essa idéia é expressa utilizando apenas cinco símbolos, que podem ser compreendidos por qualquer pessoa familiarizada com símbolos matemáticos.

A matemática tem funcionado como uma espécie de metaciência, na medida em que perpassa e estrutura muitas outras ciências, sendo denominada comumente como "linguagem universal da ciência". Romber [ROM 89] afirma que à medida que o ser humano desenvolve a linguagem matemática, desenvolve-se nele também a capacidade de resolver problemas. O exemplo do jogo dos números ilustra o papel dos símbolos escritos na representação das idéias. O jogo parte de uma situação concreta que leva à necessidade de representar o conceito matemático exposto através de símbolos que tenham sentido, a fim de que se possa entender o problema. O jogo é composto dos seguintes passos: deve-se pensar em um número; depois adicionar-lhe 5; multiplicar o resultado obtido por 2; subtrair 4; dividir por 2 e subtrair o número pensado. Independente do número pensado a resposta é 3 (figura 1.1). Isso porque, ao se transformar a seqüência listada em símbolos conectados por operações, o resultado é sempre 3.

Número pensado		$n$
Adiciona 5		$n+5$
Multiplica por 2		$2(n+5)$
Subtrai 4		$2(n+5)-4$
Divide por 2		$\frac{2(n+5)-4}{2} = \frac{2(n+5)}{2} - \frac{4}{2} = n+5-2 = n+3$
Subtrai o número pensado		$n+3 - n = 3$

Figura 1.1: Jogo dos números

Romber [ROM 89] diz ainda que a modelagem dessa situação com materiais concretos, tais como palitos e feijões, ajuda a construir uma noção de variável e, por conseguinte uma notação algébrica e numérica.

A importância da visualização dos formalismos matemáticos para melhor interpretação do que é solicitado auxilia o processo de abstração. Os símbolos e, em especial, os símbolos da linguagem matemática, são criações abstratas com as quais representamos e relacionamos o mundo que nos cerca.

O advento do computador trouxe consigo a possibilidade de visualizar formalismos matemáticos na tela do computador. Os caracteres ASCII, apesar de muito limitados em termos matemáticos, foram durante muito tempo o sistema de representação de símbolos mais utilizado na escrita de caracteres matemáticos eletronicamente. Porém, a representação de símbolos matemáticos em meio eletrônico somente ganhou um novo impulso a partir da linguagem tipográfica TeX, a qual se tornou um padrão, principalmente entre cientistas de áreas como Computação, Física e Engenharia, pois possibilitou uma melhor visualização, manipulação e impressão dos textos matemáticos antes da impressão final.

O uso do computador também possibilitou o desenvolvimento de vários aplicativos para diferentes fins matemáticos (simbólico, numérico e gráfico), dentre eles: ferramentas de edição de formalismos (*WebEQ* da Design Science, Equation Editor da Microsoft, editores LaTeX com módulo matemático) e ambientes matemáticos (Maple, Mathematica, Mathcad). Esses aplicativos matemáticos geralmente são proprietários e, em sua grande maioria, executados no modo *standalone* ou de forma assíncrona distribuída, não oferecendo a possibilidade de realizar uma discussão síncrona através da Internet ou Intranet. O que esses aplicativos oferecem são, em verdade, espaços para edição de formalismos matemáticos ou ambientes interpretados para experimentação de fórmulas. Uma alternativa para contornar essa limitação é utilizar ferramentas síncronas de *groupware* (bate-papo e *whiteboard*) disponíveis, por exemplo, em ambientes de gerência de cursos a distância, tais como, WebCT, AulaNet e LearningSpace [MAC 99]. Tem-se, no entanto, que essa alternativa não resolve o problema, pois a simples incorporação de uma ferramenta de bate-papo, por exemplo, não oferece as condições mínimas aceitáveis para a edição de formalismos matemáticos.

Dessa forma, os usuários que desejam trocar textos matemáticos pela *Web*, geralmente realizam o seguinte procedimento:

- recorrem a ferramentas como Equation Editor da Microsoft, *WebEQ*<sup>TM</sup> da Design Science e editores LaTeX, para editar seu texto matemático;
- salvam o texto no(s) formato(s) disponível(eis) pelo *software* (HTML, MathML, TeX);
- disponibilizam esses textos em páginas da Internet, servidores de FTP ou os enviam por correio eletrônico.

Ao realizar esse procedimento, é estabelecido um processo de comunicação assíncrona, através do qual pode-se estabelecer o intercâmbio de idéias matemáticas. Mas ao se utilizar desse expediente, a alteração do texto recebido depende da disponibilidade de um *software* que aceite a manipulação de um desses formatos ou da redigitação do texto, pois textos matemáticos inseridos nos arquivos dos tipos HTML e PDF, por exemplo, geralmente são apresentados como imagens que nem sempre podem ser manipuladas diretamente.

Assim, o suporte computacional de que atualmente se dispõe para as discussões matemáticas é, de um lado, aplicativos (ferramentas/ambientes) de uso individual e, de outro, procedimentos dependentes de diversos aplicativos (ferramentas/ambientes) os quais nem sempre garantem o êxito da troca de textos matemáticos.

Nesse cenário caótico, as linguagens de marcação, advindas da linguagem TeX, constituem um recurso importante de modificação, pois elas oferecem vantagens e características que facilitam a localização, armazenamento e integração de material, independentemente de plataforma. Em especial, a partir do surgimento do XML e, atualmente, da aplicação MathML, é possível integrar as vantagens e características das linguagens de marcação com as das ferramentas de comunicação síncrona distribuídas no contexto de textos matemáticos.

A partir desse panorama constatou-se a carência de aplicativos que pudessem trocar dados matemáticos de forma síncrona. Surgiu, então, a hipótese de verificar se um aplicativo síncrono seria efetivamente útil<sup>1</sup> para a troca de textos matemáticos na *Web*. Para possibilitar a verificação dessa hipótese, foi desenvolvido o protótipo de uma ferramenta de bate-papo, denominada ChatMath<sup>2</sup>, que agrega as características síncronas de uma ferramenta de bate-papo com as vantagens advindas das linguagens de marcação. O protótipo foi utilizado por alunos da disciplina de Métodos Computacionais da PUCRS, que utilizaram o ChatMath durante o desenvolvimento da disciplina. Outros aspectos visados no desenvolvimento do protótipo referem-se à possibilidade de portabilidade de dados através de linguagens de marcação matemática para outros aplicativos matemáticos e, a acoplagem da ferramenta a ambientes virtuais que permitam uma ferramenta *Web*.

A visualização esquemática da hipótese de trabalho, assim como os encaminhamentos para a solução, são apresentados na figura 1.2.

---

<sup>1</sup> Entende-se por efetivamente útil a contribuição do ChatMath para a troca de textos que incluem formalismos matemáticos dentro do contexto estudado, neste caso, o contexto educacional.

<sup>2</sup> Bate-papo=chat; ChatMath

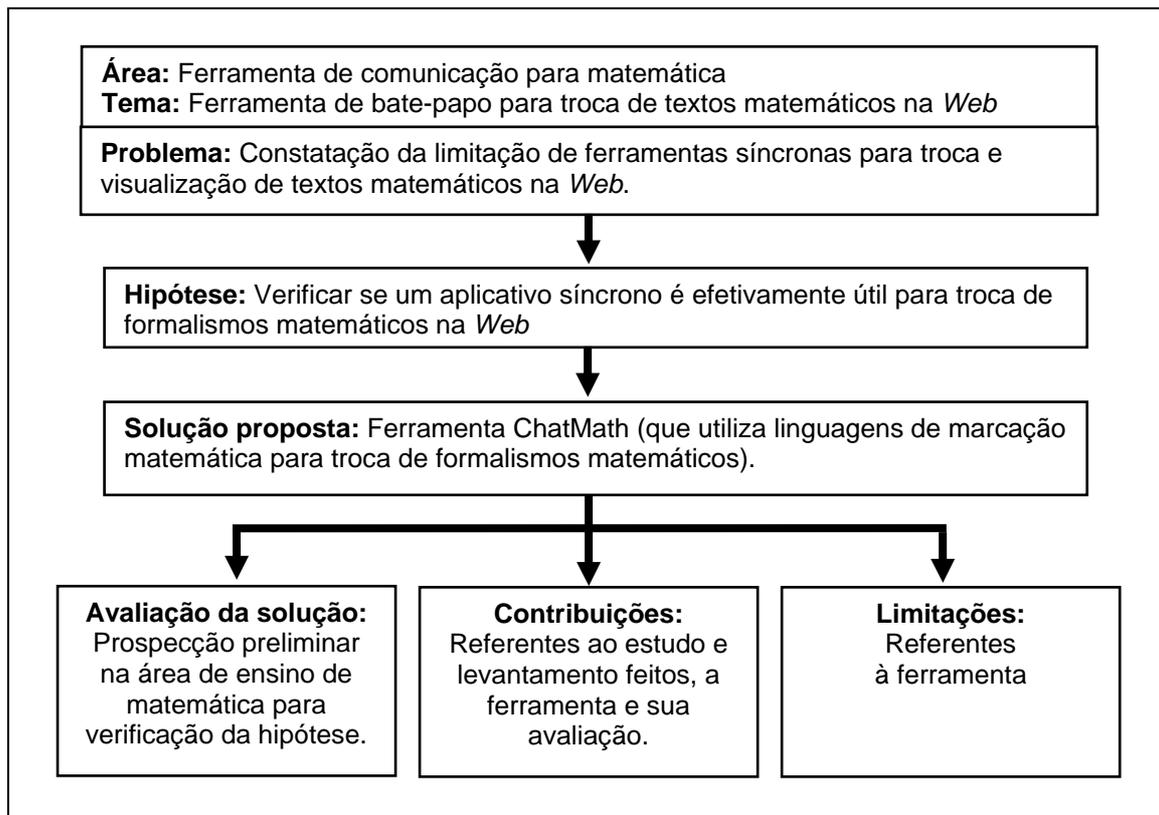


Figura 1.2: Esquema da pesquisa

Para o desenvolvimento deste trabalho utilizou-se a seguinte metodologia:

- Estudo e levantamento de características de aplicativos síncronos e assíncronos;
- Estudo e levantamento de linguagens de marcação matemática;
- Estudo e levantamento de aplicativos que utilizam linguagens de marcação matemática;
- Modelagem do protótipo a partir dos levantamentos feitos e da solução proposta;
- Avaliação da hipótese, contribuições e limitações;
- Conclusões e trabalhos futuros.

O texto foi dividido conforme a metodologia exposta. No segundo capítulo, apresenta-se um levantamento dos aplicativos síncronos e assíncronos existentes, em especial as ferramentas síncronas de bate-papo e whiteboard. No terceiro capítulo apresentam-se as linguagens de marcas, em especial as linguagens de marcação procedimental com módulo matemático (TeX e LaTeX) e as linguagens de marcação descritivas de matemática (MathML e OpenMath). No quarto capítulo estão descritos aplicativos que utilizam linguagem de marcação matemática, em especial, ambientes matemáticos e ferramentas para matemática. No quinto capítulo está descrita a modelagem do protótipo, sua implementação e interface. No sexto capítulo apresenta-se a estratégia utilizada para a avaliação da hipótese do trabalho, assim como os resultados obtidos. E no sétimo capítulo, são apresentadas as considerações finais ressaltando os resultados obtidos, limitações e contribuições deste trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Existem vários aplicativos que apóiam a comunicação via computador tanto em redes locais como em redes remotas. Este capítulo destina-se a descrever características desses aplicativos com o intuito de nortear a especificação de requisitos para a modelagem e desenvolvimento de uma ferramenta de bate-papo através da qual podem ser visualizadas fórmulas matemáticas.

Na primeira seção é apresentada uma introdução sobre a Comunicação Mediada por Computador - CMC e suas características. Na segunda e terceira seções são caracterizadas as ferramentas síncronas que utilizam mídia textual – bate-papo e *whiteboard*. Na quarta seção são descritas e exemplificadas as ferramentas síncronas e assíncronas presentes em ambientes virtuais. E a seguir, são apresentadas as considerações finais do capítulo.

### 2.1 Introdução a Ferramentas CMC

As redes de computadores, através da Internet, possibilitaram reunir em uma única plataforma a comunicação através de multimeios (texto, áudio e vídeo). A CMC tem como característica principal o uso integrado dos meios de comunicação para a troca de informações. Dentre as ferramentas CMC mais conhecidas, podem-se citar: correio eletrônico; salas de bate papo; listas de discussão; *whiteboard*; videoconferência; teleconferência. Algumas características dessas ferramentas são destacadas a seguir:

- quanto ao tempo - possibilitam interação *online*, num mesmo momento (comunicação síncrona), ou interação *offline* em momentos diferentes (comunicação assíncrona) [SAN 99];
- quanto ao direcionamento - possibilitam interação do tipo um-para-um (quando a comunicação ocorre apenas entre duas pessoas); interação do tipo um-para-todos (quando uma pessoa se comunica com vários outros) e interação do tipo todos-para-todos (comunicação entre múltiplas pessoas onde todos interagem entre si) [SAN 99].
- quanto à mídia - permitem a entrada de mídias de origem diversas [HAR 96];

A tabela 2.1 mostra algumas ferramentas CMC e as características tipicamente relacionadas a cada uma delas. As descrições "sin." e "assinc." de tal tabela denotam o tipo de interação quanto ao tempo, que pode ser síncrona e assíncrona, respectivamente. As descrições "1-1", "1-n" e "n-n" denotam o tipo de interação quanto ao direcionamento do tipo um-para-um, um-para-muitos e todos-para-todos,

respectivamente. E as descrições "tex.", "vid.", "aud.", "graf." denotam os tipos de mídias texto, vídeo, áudio e gráfico, respectivamente.

Tabela 2.1: Características de algumas ferramentas CMC

Característica Ferramenta	Quanto ao tempo		Quanto ao direcionamento			Quanto à mídia			
	sin.	assin.	1-1	1-n	n-n	tex.	vid.	áud.	graf.
Bate-papo	x		x	x	x	x			x
Correio eletrônico		x	x	x		x			
Listas discussão		x	x	x	x	x			
Teleconferência		x	x	x			x	x	
Videoconferência	x		x	x	x		x	x	
Whiteboard	x		x	x	x	x			x

As ferramentas CMC viabilizam e sustentam um grande número de sistemas, aplicativos e ambientes em redes de computadores locais e remotas [OTS 97]. A presença dessas ferramentas na Internet possibilitou aos usuários inúmeras possibilidades de interação, as quais variam desde uma simples troca de mensagem em uma sala de bate-papo até reuniões via videoconferência. Um ponto importante associado a essas ferramentas é referente à capacidade e flexibilidade de uso. Conforme Zaina [ZAI 2002], a escolha de uma ferramenta para um determinado aplicativo ou ambiente depende dos resultados esperados, da necessidade do usuário e do contexto planejado.

Neste trabalho dirigiu-se a atenção para as ferramentas CMC síncronas que utilizam a mídia textual em sua comunicação. Dentre elas, as mais conhecidas são o *whiteboard* e o bate-papo, sendo essa última a ferramenta síncrona de comunicação textual mais popularizada e utilizada na Internet.

No panorama brasileiro, as ferramentas de bate-papo estão presentes nos grandes portais, os quais possuem um grande volume mensal de acessos [UOL 2001]. A figura 2.1 apresenta um gráfico referente ao mês de dezembro de 2001 com números relativos ao universo de acessos domiciliares realizados nesses portais.

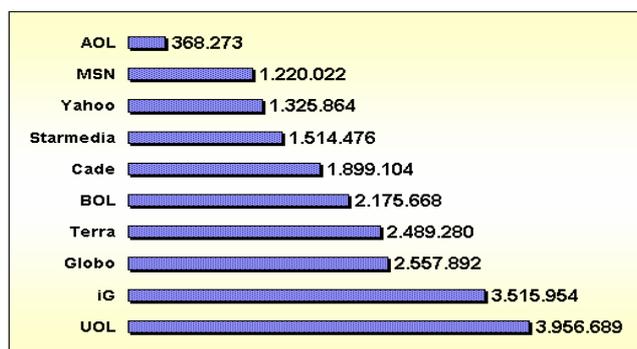


Figura 2.1: Índice de audiência dos portais brasileiros

Após sua adaptação para *Web*, a ferramenta de bate-papo tornou-se um meio de comunicação mais acessível e popular. Os grandes portais e ambientes que necessitam de ferramentas que permitam interação entre seus usuários normalmente incluem a ferramenta de bate-papo em sua lista de ferramentas de comunicação. A reportagem de 12 de setembro de 2001 do jornal O Estado de São Paulo [EST 2001] ilustra a efetiva

utilização da ferramenta de bate-papo: “Nas salas de bate-papo dedicadas ao assunto do atentado de 11 de setembro, havia mais de mil pessoas conversando simultaneamente”. A diretora de conteúdo do UOL nesta época afirmou que “a rede serviu como instrumento não só de comunicação, mas de catarse”.

Por sua vez, a ferramenta *whiteboard* é utilizada principalmente em ambientes de aprendizagem (*e-learning*) e de trabalho em grupo (*e-group*) suportado por computador. Neste trabalho a denominação *whiteboard* será utilizada como sinônimo de aplicação de *software* que permite que dois ou mais usuários remotos visualizem e interajam através da mesma janela gráfica. Esse conceito é apresentado por Magalhães [MAG 98] e é utilizado também como sinônimo de ferramentas de *whiteboard* compartilhado.

As próximas seções apresentam características e exemplos das ferramentas síncronas bate-papo e *whiteboard* compartilhado, bem como detalham alguns exemplos de ambientes virtuais que utilizam ferramentas CMC como suporte.

## 2.2 Bate-papo

Conforme Hernandes [HER 2000], as ferramentas de bate-papo são espaços conversacionais virtuais que permitem que duas ou mais pessoas dialoguem entre si mediante troca de mensagens textuais enviadas e recebidas com o auxílio de computadores interligados em redes locais ou em redes remotas de forma síncrona.

As ferramentas de bate-papo são do tipo cliente/servidor e podem ser instaladas na máquina local ou podem ser acessadas em páginas dinâmicas na *Web*, desde que haja conexão a um servidor remoto que gerencie a comunicação entre as pessoas.

Uma vez conectado a um servidor de bate-papo o usuário tem a opção de escolher a(s) “sala(s)” que deseja. Ao entrar em uma “sala”, o usuário dispõe de uma área de digitação através da qual escreve suas mensagens. Ao pressionar a tecla “ENTER”, o que foi digitado nesta área é enviado ao servidor através do qual este texto será exibido na área de visualização de mensagens da sala. Assim, todos os participantes da “sala” podem ler as mensagens enviadas e estabelecer um bate-papo. Geralmente, numa *interface* típica de ferramentas de bate-papo, também há uma área onde os nomes dos usuários que estão *online* são apresentados. Conforme Pimentel [PIM 2001], a *interface* típica das ferramentas de bate-papo é apresentada na figura 2.2.

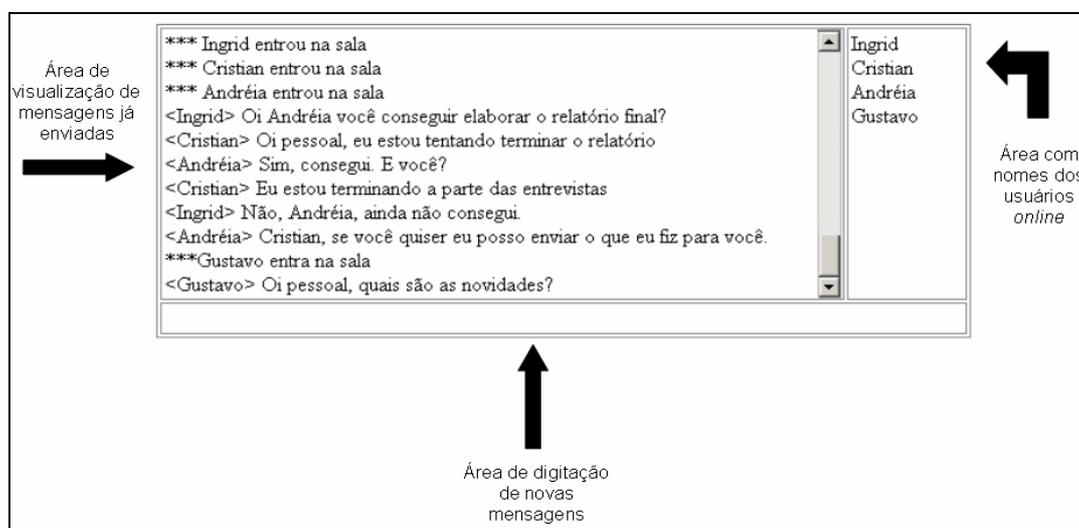


Figura 2.2: Interface típica das ferramentas de bate-papo

A linguagem utilizada no bate-papo é textual e cada mensagem recebida é precedida do nome ou pseudônimo (apelido) do autor. Opcionalmente, a hora que a mensagem foi transmitida também é apresentada. Como a linguagem textual é carente de expressões que denotem emoções, os usuários dessas ferramentas utilizam conjuntos de caracteres a fim de simular a expressão facial do autor, os quais são chamados de *emoticons* (ícones de emoção). Na tabela 2.2 são apresentados alguns exemplos de *emoticons* e seus respectivos significados.

Tabela 2.2: Alguns símbolos de *emoticons*

<i>Emoticon</i>	Significado
: )	Alegria, felicidade, concordância com o que está sendo dito
; )	Piscando
: O	Espanto
: (	Tristeza ou descontentamento
: )) ou :D	Muita alegria ou uma "gargalhada"
:*)	Bêbado
:'(	Chorando de tristeza
:')	Chorando de alegria
:P	Mostrando a língua
:* ou :-X	Mandando beijo
: ()	Assustado
q: )	Usando boné
:/	Emburrado
:	Sério
[]	Abraço

Em algumas ferramentas de bate-papo, há a opção de escolher *emoticons* gráficos, isto é, imagens com expressões faciais, as quais são inseridas na mensagem.

Nas salas de bate-papo o usuário pode rever sua conversação simplesmente movendo a barra de rolagem. A maioria das ferramentas de bate-papo possui um *log* disponível apenas aos administradores da sala. O *log* armazena todas as trocas de mensagens durante o período em que a sala foi utilizada.

Nas salas de bate-papo da Internet, o usuário pode se conectar ou desconectar quando desejar, porém quando essas salas são utilizadas em ambientes de aprendizado, por exemplo, é necessário marcar um horário a fim de que todos os envolvidos estejam presentes no momento do início da sessão.

As ferramentas de bate-papo podem ser utilizadas em diferentes contextos. Segundo Colla e Franciosi [COL 2002] há várias possibilidades de uso da ferramenta de bate-papo, dentre elas listam-se as seguintes:

- Sala de encontro - nesta situação, a sala de bate-papo é um local onde os grupos têm possibilidade de marcar encontros e debater suas questões. Por serem geralmente informais, essas conversas fortalecem as relações grupais;
- Sala de debate - neste caso, a sala de bate-papo é um local onde o debate, referente a um assunto previamente definido, é desenvolvido em tempo real;
- Sala de entrevista - nesta situação, a sala de bate-papo é o ponto de encontro com o convidado, que é um especialista em determinada área do conhecimento;
- Sala de suporte técnico - neste caso, a sala de bate-papo funciona como um "balcão de atendimento" para resolução, sugestão ou direcionamento de problemas técnicos;

- Sala de solução de problemas - local onde são apresentados problemas relacionados a um conteúdo, e onde um facilitador fornece auxílio para a superação dessas dúvidas;
- Sala de *brainstorming* - podem ser feitas sessões de *brainstorming* para introduzir um assunto através da sala de bate-papo, bem como, fazer uma sondagem diagnóstica dos participantes;
- Sala de orientação - o bate-papo pode ser utilizado na orientação de trabalhos em desenvolvimento.

Conforme Pimentel [PIM 2001], as ferramentas de bate-papo podem ser agrupadas em categorias a fim de caracterizar as semelhanças entre ferramentas diferentes e enfatizar as diferenças entre as categorias identificadas. As categorias apresentadas por Pimentel foram adaptadas para este trabalho, obtendo-se a seguinte categorização:

- Ferramentas prototípicas de bate-papo;
- Ferramentas *Messenger* e ICQ;
- Ferramentas gráficas de bate-papo;
- Ferramentas de bate-papo com transmissão de vídeo;
- Ferramentas de bate-papo para atividades específicas.

A seguir são apresentados características e exemplos dessas categorias.

### **2.2.1 Ferramentas Prototípicas de Bate-papo**

As ferramentas prototípicas seguem o modelo típico de bate-papo como ilustrado na figura 2.2. Dentre essas ferramentas, tem-se a ferramenta IRC [TJE 2003], que possui vários recursos, como conversação pública em vários canais (“salas”) simultaneamente; conversação particular em janelas à parte; troca de arquivos. Uma desvantagem dessa ferramenta é a necessidade de instalação e configuração do *software* e de conhecer comandos para interagir com mais facilidade no canal. Além da ferramenta IRC (figura 2.3), outros exemplos de ferramentas prototípicas de bate-papo são as utilizadas nos grandes portais da Internet, as quais são executadas nos navegadores *Web*. No Brasil, as mais conhecidas são o bate-papo UOL [UOL 2003], o IGpapo do portal IG [INT 2003], o psiu.com do portal Globo [GLO 2003] e Chat Terra [TER 2003]. A interface dessas ferramentas são apresentadas nas figuras 2.4, 2.5, 2.6 e 2.7, respectivamente.

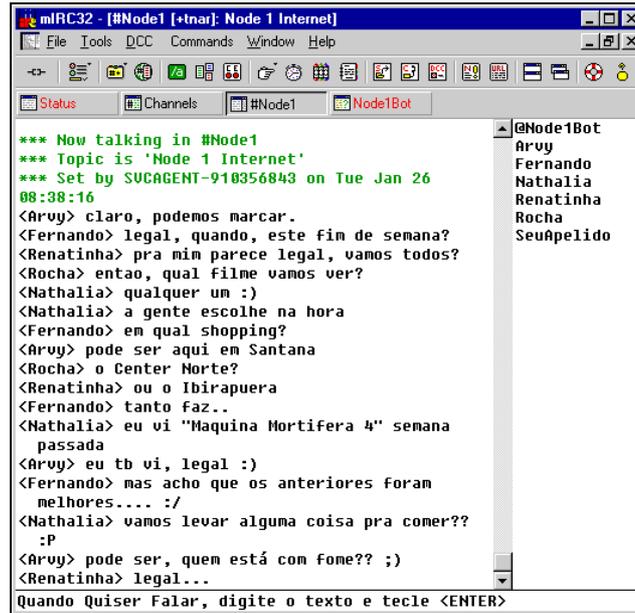


Figura 2.3: Interface da ferramenta de bate-papo IRC

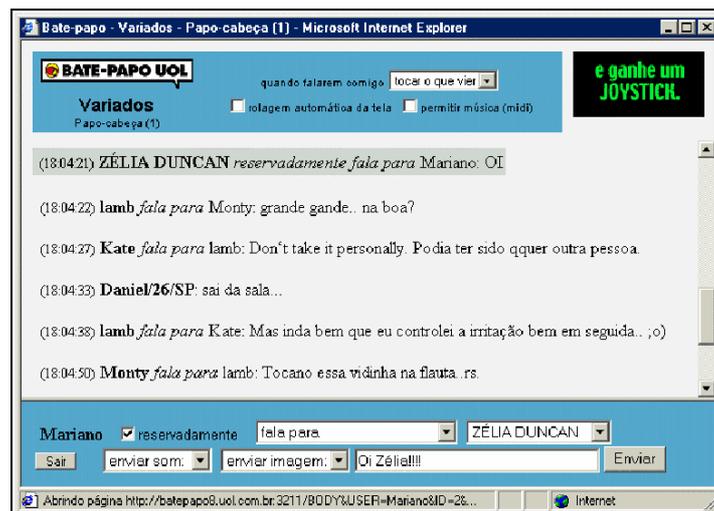


Figura 2.4: Interface do Bate-Papo UOL

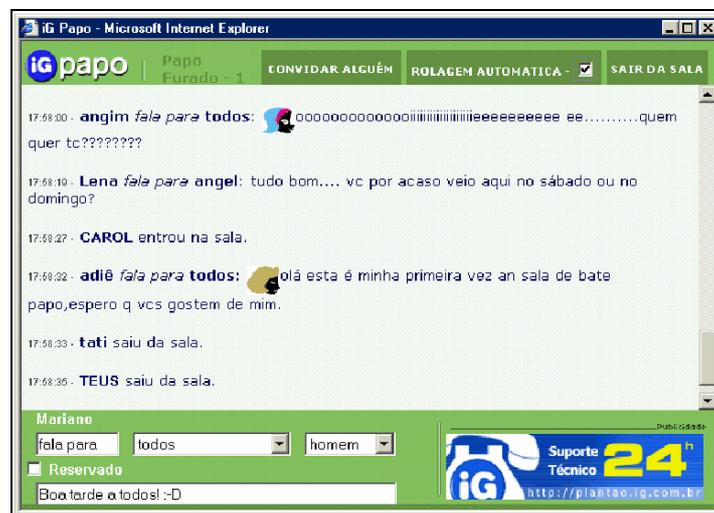


Figura 2.5: Interface do IGPAP0



Figura 2.6: Interface do PSIU.com do Globo

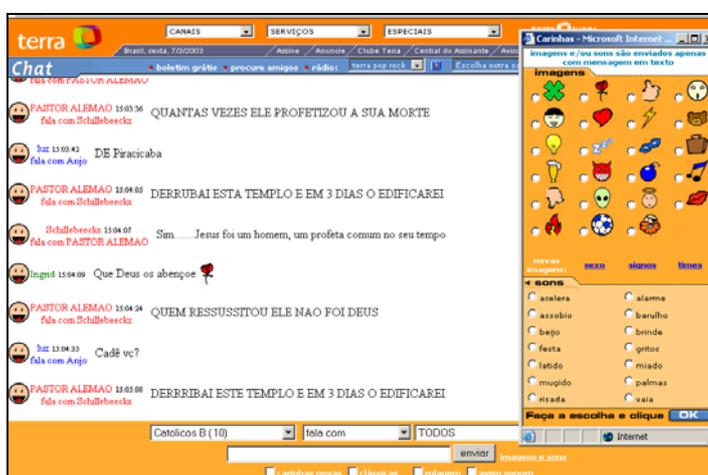


Figura 2.7: Interface do Chat Terra

Nas ferramentas de bate-papo dos portais pode-se observar a utilização de *emoticons* e de funções como enviar som e imagens além de falar em reservado, ou seja, a mensagem enviada só é recebida pela pessoa com a qual se deseja falar reservadamente.

### 2.2.2 Ferramentas Messenger e ICQ

Diferente das ferramentas prototípicas o usuário não tem uma sala cheia de pessoas, mas uma “lista de contatos” onde registra amigos e conhecidos, os quais ficam disponíveis quando conectados. A conversação é tipicamente realizada entre duas pessoas, e há possibilidade de transferência de arquivos e envio de mensagens de correio eletrônico. A mais popular das ferramentas “Messenger” é o ICQ. De acordo com o *site* do ICQ [ICQ 2003a], existem mais de 160 milhões de usuários da ferramenta em mais de 245 países, desde o seu lançamento, em novembro de 1996. E o *site* download.com [CNE 2002] registrou mais 233 milhões de *downloads* de uma das últimas versões da ferramenta, o ICQ Pro 2003a Beta (dados publicados em dezembro de 2002). As demais ferramentas “Messenger” têm características similares às do ICQ. Dentre as mais populares estão Yahoo! Messenger [YAH 2003] e MSN Messenger [MIC 2003a]. A maioria das ferramentas desse tipo necessita ser instalada no computador. Existem, no entanto, versões *Web* para algumas delas, como por exemplo, o ICQ2GO [ICQ 2003b]. A figura 2.8 apresenta algumas janelas da interface do ICQ2GO.

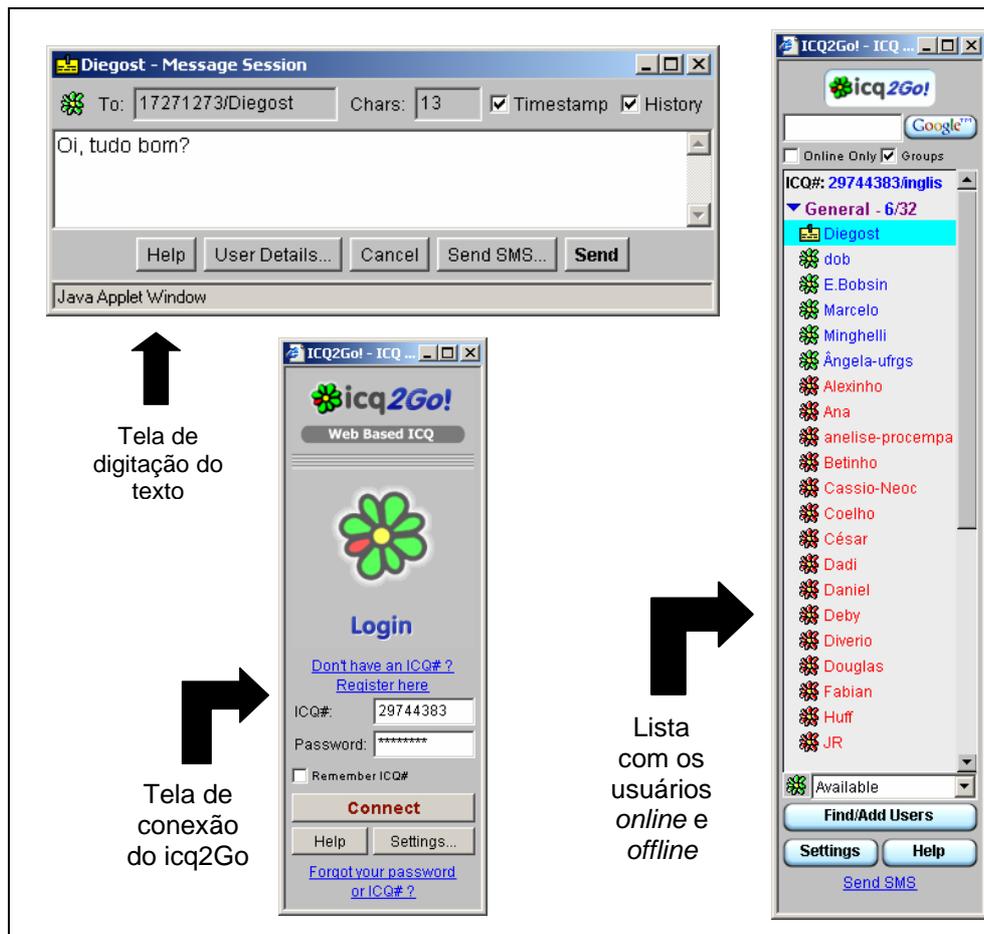


Figura 2.8: Interface do ICQ2GO

### 2.2.3 Ferramentas Gráficas de Bate-papo

As ferramentas gráficas de bate-papo, além de texto, fazem uso de representação gráfica: imagens, animações e realidade virtual. Nessas ferramentas cada participante assume um *avatar* (representação de uma entidade no mundo virtual) para interagir no espaço virtual.

As ferramentas The Palace [PAL 2002] e OnChat [MED 2000] são exemplos de ferramentas gráficas de bate-papo. A figura 2.9 apresenta a *interface* de cada uma delas.

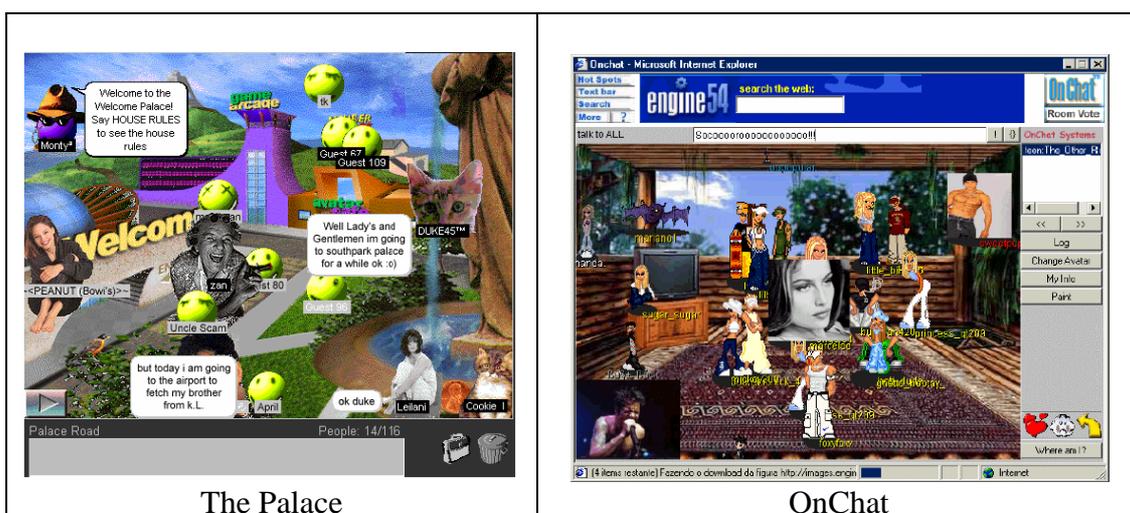


Figura 2.9: Interface das ferramentas ThePalace e Onchat

Apesar de ser mais atraente visualmente, uma das desvantagens do uso desse tipo de ferramenta é que os textos podem se sobrepor e dificultar a leitura das mensagens, principalmente quando há muitos usuários utilizando a mesma sala. Outra desvantagem é que dependendo do tipo de máquina na qual o usuário está executando a ferramenta, a troca de mensagens torna-se muito lenta. Um exemplo disso é a *applet* sobre a qual é executada a ferramenta OnChat.

#### 2.2.4 Ferramentas de Bate-papo com Transmissão de Vídeo

Algumas ferramentas de bate-papo permitem a comunicação em vídeo e em tempo real, possibilitando uma conversação falada e/ou textual. Exemplos dessa categoria são: NetMeeting [MIC 2003b] e ICUII I See You Too [CYB 2003]. A figura 2.10 apresenta a interface da ferramenta NetMeeting da Microsoft.



Figura 2.10: Ferramenta NetMeeting

Essas ferramentas possibilitam uma interação maior entre os usuários, porém é necessário dispor de uma câmera de vídeo, denominada Webcam ou Netcam. O

Netmeeting, por exemplo, possui outras opções de mídia acopladas como o bate-papo e *whiteboard* e também possibilidade de transferência de arquivos. Recentemente, no grupo GMCPAD do PPGC da UFRGS, ocorreu à primeira defesa de mestrado remoto através da ferramenta Netmeeting, onde a aluna estava em Grenoble (França) e a banca examinadora e o orientador estavam em Porto Alegre (UFRGS - Brasil). Verifica-se, portanto, que este tipo de mídia pode ser utilizada como recurso complementar, ou em situações onde não há possibilidade de uso de outros recursos de comunicação visual.

### 2.2.5 Ferramentas de Bate-papo para Atividades Específicas

Ferramentas de bate-papo para atividades específicas são construídas visando atender determinado objetivo. Exemplo de ferramentas desta categoria: Eletronic BrainStorming [GRO 2003] (figura 2.11) - ferramenta desenvolvida com o intuito de auxiliar em reuniões que utilizem a técnica de *brainstorming*; Entreviste - ferramenta de bate-papo específica para realização de entrevistas.

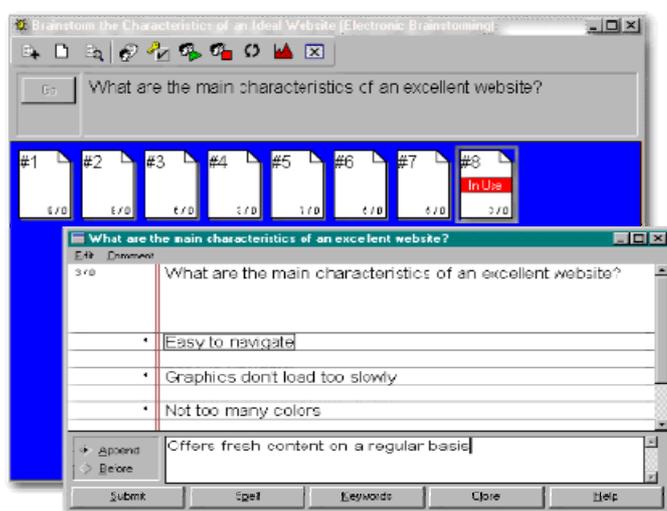


Figura 2.11: Eletronic BrainStorming

Essas ferramentas contribuem para utilização do bate-papo sobre outros enfoques, podendo auxiliar atividades específicas.

### 2.2.6 Algumas Considerações sobre Ferramentas de Bate-papo

As ferramentas de bate-papo atuais possuem várias características que poderiam ser bem melhor exploradas, principalmente no que se refere às diferenças entre as categorias acima identificadas e o uso que se pode fazer de cada uma delas. Como nos diz Barcellos [BAR 99], “uma análise das ferramentas de bate-papo mais usadas mostra que ainda não existe uma preocupação em adaptar essas ferramentas a ambientes educacionais”, por exemplo. Verifica-se que não há ferramentas para troca de textos em linguagens específicas ou para tipos específicos, tais como matemática, química, entre outros. Oieras [OEI 2002] alerta que não se pode consagrar um tipo de formato para as ferramentas de bate-papo e passar a usá-lo em todos os contextos. Novas funções e interfaces devem e podem ser criadas e/ou adaptadas para várias situações de ensino. Um exemplo disso seria explorar o uso das ferramentas de bate-papo para atividades específicas e de ferramentas *Messenger* nos ambientes educacionais, contanto que se adequem a um plano de uso dentro de uma proposta de ensino.

## 2.3 Whiteboard Compartilhado

A ferramenta *whiteboard* compartilhado é uma espécie de lousa ou quadro-branco que permite a troca de informações em linguagem textual e o uso de ferramentas gráficas pela Internet de forma síncrona. No *whiteboard* compartilhado múltiplos usuários escrevem, desenham e visualizam simultaneamente o que está sendo escrito na lousa. Essa ferramenta também é chamada de “quadro de comunicação”. As ferramentas de *whiteboard* compartilhado presentes nos *sites* da Internet geralmente são *applet* Java, ou seja, depois de carregada todo o texto ou desenho inserido na área do quadro-branco é visualizado pelos usuários que estão *online*. A *interface* típica do *whiteboard* compartilhado é semelhante à figura 2.12. É geralmente composta por uma área do quadro-branco para desenho e/ou para digitação de texto, uma área com os nomes dos usuários *online* e uma área de ferramentas gráficas e textuais. A área de ferramentas gráficas e textuais possui opções de formas e de preenchimentos. Outras opções podem ser agregadas no *whiteboard* compartilhado, tais como: inserir imagens, salvar a área do quadro-branco, selecionar figura e/ou texto, copiar, recortar e colar; mover objetos e textos; redimensionar área do quadro-branco (*zoom in/out*) e imprimir área do quadro-branco.

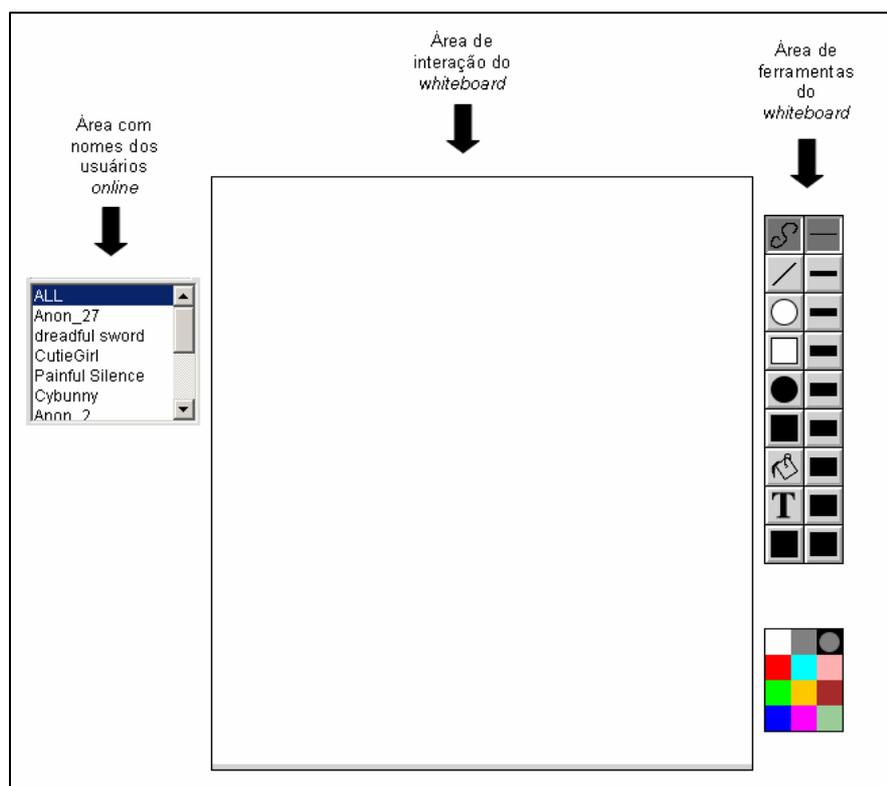


Figura 2.12: Interface típica para *whiteboard*

As ferramentas de *whiteboard* compartilhado podem ser utilizadas para criação de mapas conceituais, esboços, diagramas, histórias em quadrinho, manipulação de símbolos matemáticos, sessões de *brainstorming*, e até mesmo como quadro de anotações. É interessante utilizar essas ferramentas em conjunto com outras ferramentas síncronas, como por exemplo, uma sala de bate-papo ou videoconferência, para que as informações textuais possam ser guardadas e revisitadas sempre que necessário [FIS 2000].

Para fins de caracterização, as ferramentas de *whiteboard* compartilhado podem ser classificadas em ferramentas prototípicas de *whiteboard* e ferramentas específicas de *whiteboard*, as quais são detalhadas a seguir.

### 2.3.1 Ferramentas Prototípicas de *Whiteboard*

As ferramentas prototípicas de *whiteboard* possuem as funções básicas das ferramentas de *whiteboard*. A ferramenta WB [ELK 2003], por exemplo, permite utilização de documentos em texto ASCII, desenhos, anotações a mão livre e páginas em PostScript. Ela também possui características especiais que fornecem algum controle sobre a sessão, como a capacidade de criar uma sessão no modo de conferência. Esse modo garante que nenhuma das alterações efetuadas por estações diferentes da transmissora serão enviadas para os outros participantes. É possível também criptografar uma sessão visando a garantir privacidade do acesso. A ferramenta WB possui uma janela adicional que fornece informações sobre participantes que estão interagindo no momento (figura 2.13). Para ser executada, a ferramenta WB deve ser instalada no cliente e conectada ao servidor.

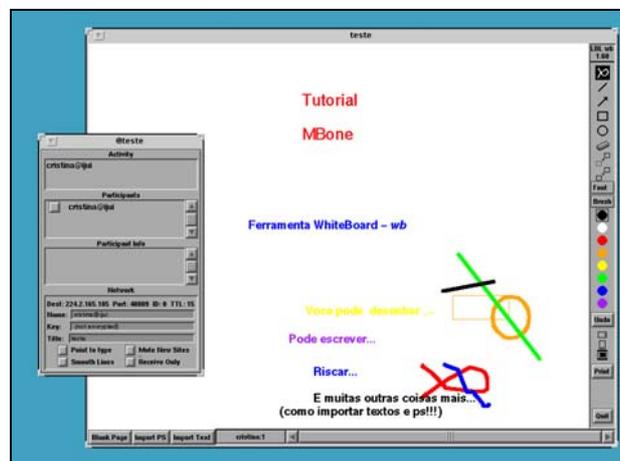


Figura 2.13: Ferramenta WB

Por sua vez, a ferramenta Whiteboard NetMeeting [MIC 99] possui uma *interface* semelhante ao *software* PaintBrush da Microsoft (figura 2.14).

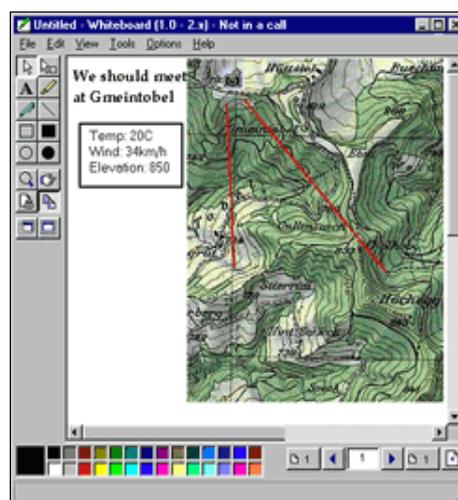


Figura 2.14: Interface do *whiteboard* da Netmeeting

Essa ferramenta permite salvar páginas do quadro branco para posterior utilização. Comentários dos participantes são facilmente identificados por apontadores coloridos. Para ser executada, ela deve ser instalada no cliente e conectada ao servidor.

O *whiteboard* da Groupboard [USE 2003a] é uma *applet* Java multiusuário, que também possui um bate-papo acoplado. Sua *interface* pode ser vista na figura 2.15. A versão livre desta ferramenta pode ser executada na *Web* através da inserção de um link que redireciona para o endereço da página que dispõe da ferramenta, porém esta versão não possui todos os recursos da versão completa, nos quais se incluem funções de redimensionamento do tamanho do quadro-branco, controle e autenticação de usuários.

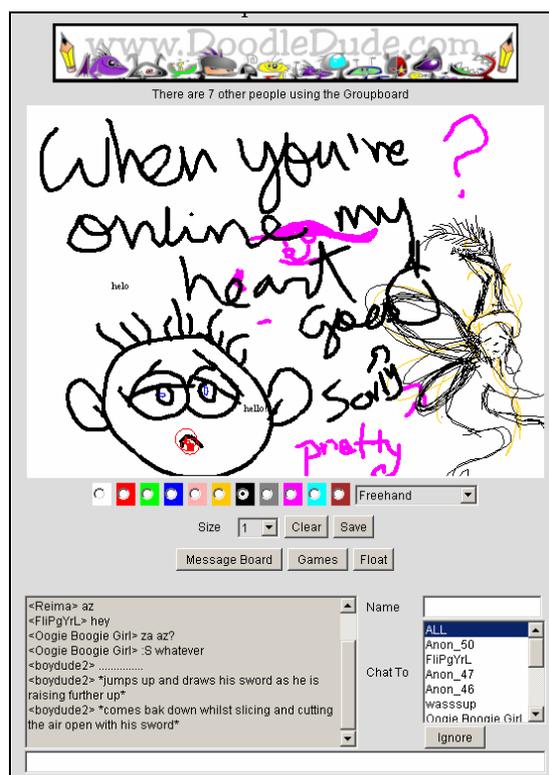


Figura 2.15: Interface do *whiteboard* da Groupboard

### 2.3.2 Ferramentas Específicas de *Whiteboard*

As ferramentas específicas de *whiteboard* adaptam suas funções dentro de um determinado objetivo. A Groupboard desenvolveu *whiteboards* específicos, dentre eles o GroupBoard Designer e o GroupBoard de Matemática. O Groupboard Designer foi desenhado para projetistas, e através dele é possível importar e manipular documentos feitos no AutoCad. Já o Groupboard de Matemática [USE 2003b] (figura 2.16), ainda em desenvolvimento, possibilitará a inserção de textos matemáticos.

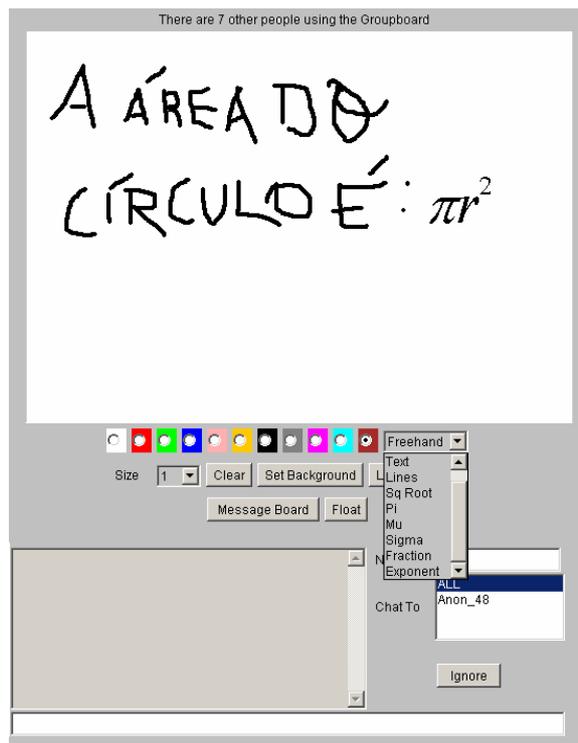


Figura 2.16: *Interface whiteboard* da Groupboard de matemática

### 2.3.3 Algumas Considerações sobre Ferramentas *whiteboard*

Assim como a ferramenta de bate-papo, há várias possibilidades de se utilizar a ferramenta de *whiteboard* compartilhado, porém a coordenação das atividades em um quadro é mais difícil do que em uma sala de bate-papo. Por exemplo, caso um usuário queira apagar um texto ou figura (propositalmente ou não) que está sendo construído pelos demais, poderá fazê-lo. Deve haver, portanto, uma consciência dos usuários sobre as implicações do trabalho em grupo ou um controle por parte da ferramenta para que a ação de um não venha a prejudicar o trabalho de muitos.

No *whiteboard* as mensagens são lidas pelos demais enquanto estão sendo inseridas na tela, diferentes do bate-papo, aonde a mensagem é lida somente após o usuário enviar a mensagem. Para que as informações inseridas no *whiteboard* não sejam perdidas ou excluídas, é necessário salvar as telas periodicamente, ou então possibilitar funções de controle de exclusão e inserção de elementos no *whiteboard*.

## 2.4 Ferramentas para Ambientes Virtuais

Ao realizar o levantamento das ferramentas para comunicação síncrona e assíncrona que podem ser utilizadas em ambientes virtuais<sup>3</sup>, foi possível identificar três classes de ambientes:

- Ambientes de gerenciamento de cursos – IMS;
- Ambientes para suporte a cursos;
- Ambientes para elaboração de projetos.

<sup>3</sup> Os ambientes virtuais aqui identificados são utilizados principalmente dentro do contexto educacional, embora o termo não se limite a esse contexto e aos tipos referenciados.

A seguir, apresenta-se a caracterização geral desses ambientes, com ênfase nas ferramentas de comunicação disponíveis, especialmente as ferramentas de bate-papo e *whiteboard*. Destaca-se que a maioria dos ambientes pesquisados dispõe apenas de referências comerciais, o que dificultou bastante a descrição das características e funcionalidades das ferramentas de comunicação presentes nestes ambientes.

#### 2.4.1 Ambientes de Gerenciamento de Cursos

Os ambientes de gerenciamento de cursos visam a apoiar a gestão de cursos a distância através de tecnologias de informação. Usualmente, esses ambientes dispõem de mecanismos de coordenação, comunicação e cooperação, através dos quais é possível personalizar a configuração do ambiente, estabelecer uma rede de comunicação e controlar o acesso ao ambiente em diferentes níveis. A seguir, são apresentados alguns desses ambientes, assim como suas ferramentas de comunicação.

As ferramentas de comunicação presentes nestes ambientes estão apresentadas na tabela 2.3 onde também está identificada a possibilidade de agregar outras ferramentas ao ambiente de gerenciamento.

Tabela 2.3: Ferramentas de ambientes de gerenciamento de cursos  
(\* portanto não há monitoramento da ferramenta por parte do ambiente)

Ambiente	Ferramentas Síncronas Textuais	Ferramentas Assíncronas Textuais	Integração de outras ferramentas
WebCT	Bate-papo <i>Whiteboard</i>	Fórum de discussão Correio Eletrônico Calendário	Através de link*
Learning Space	Bate-papo <i>Whiteboard</i>	Lista de discussão Correio Eletrônico Perfis (repositório) Portfólio	Através de link*
AulaNet	Debate ou bate-papo	Contato com docentes Conferência Lista de Discussão Avisos	Através de link *
TelEduc	Sala de bate-papo	Correio Eletrônico Fórum de discussão Mural Perfil Diário de Bordo Portfólio	Sim

O ambiente WebCT foi desenvolvido no departamento de Ciência da Computação da University of British Columbia, e, posteriormente, adquirido pela Universal Learning Technology (ULT), uma empresa desenvolvedora de plataformas de ensino. Esse ambiente é utilizado para dar apoio a cursos presenciais e *online*, e seu acesso é realizado através de um navegador. No que se refere às ferramentas de comunicação disponíveis no ambiente, ele dispõe de ferramentas síncronas e assíncronas, tais como salas de bate-papo, fóruns de discussão, correio eletrônico e quadro branco (*whiteboard*). O ambiente também oferece suporte para cadastro de eventos, página pessoal, sala de entrega de atividades, com publicação automática dos resultados da avaliação e sala de apresentação de trabalhos [KIS 2002]. A ferramenta de bate-papo do ambiente (figura 2.17) é uma *applet* com características bem semelhantes à ferramenta prototípica de bate-papo, porém há duas outras funções: uma que faz o envio de uma URL para o usuário escolhido e outra que avisa através de um sinal

sonoro a entrada de um novo usuário. As salas de bate-papo podem ser bloqueadas pelo administrador a fim de possibilitar o atendimento de demandas específicas. A ferramenta *whiteboard* do ambiente (figura 2.17) é uma *applet* que pode ser utilizada na forma compartilhada. Possui as funções típicas da ferramenta de *whiteboard* e também funções para importar imagens, salvar as imagens feitas no quadro-branco, ajuda e um campo onde aparece a posição (coordenadas) atual do usuário na tela .

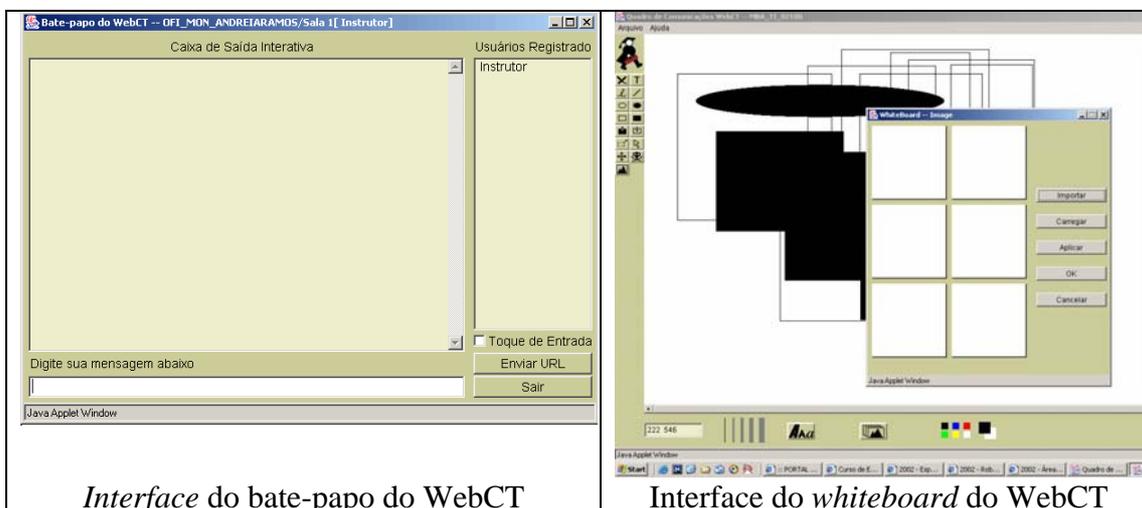


Figura 2.17: Interface do WebCT

O Learning Space é um ambiente para administração de cursos baseado no ambiente de groupware Lotus Notes/Domino, da Lotus Development Corporation, uma subsidiária da IBM, e seu acesso é realizado através de um navegador. O ambiente possui um módulo denominado Sala de Aula (*Course Room*), que funciona como uma sala de aula virtual, onde podem ocorrer discussões privadas e públicas. As ferramentas de comunicação utilizadas neste módulo são quadro-negro (*whiteboard*), correio eletrônico, listas de discussão e bate-papo. O bate-papo pode ser utilizado no modo reservado e o registro da sessão pode ser salvo no formato TXT. A interface da ferramenta de bate-papo do Learning Sapce é ilustrada na figura 2.18. A ferramenta *whiteboard* do ambiente também possui a interface típica desse tipo de ferramenta e pode ser utilizada de forma individual ou compartilhada. O registro da sessão pode ser armazenado no formato RTF ou no formato proprietário do *whiteboard* [LOT 2002].

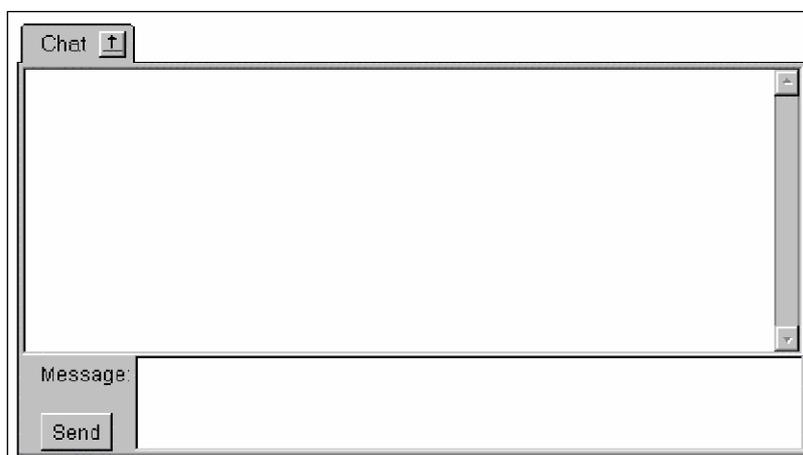


Figura 2.18: Interface da ferramenta de bate-papo do Learning Space

O ambiente AulaNet desenvolvido no Departamento de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), dispõe de mecanismos para criação, administração, manutenção e assistência a cursos a distância. O AulaNet possui ferramentas de comunicação, tais como: correio eletrônico; lista de discussão; fórum e bate-papo. A ferramenta bate-papo, denominada no ambiente por “Debate”, é uma ferramenta típica de bate-papo, e não possui outras funções agregadas. A interface da ferramenta Debate é ilustrada na figura 2.19.

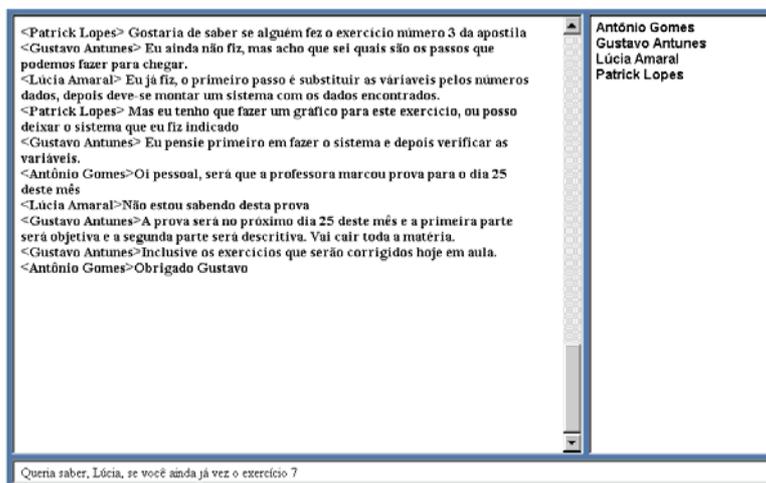


Figura 2.19: Interface da ferramenta de bate-papo do AulaNet

O TelEduc desenvolvido pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), é um ambiente para criação, participação e administração de cursos na *Web*. O TelEduc dispõe das ferramentas de: correio eletrônico; fórum de discussão; bate-papo; mural; diário de bordo; perfil e portfólio para comunicação. O correio eletrônico permite o envio e o recebimento de mensagens para os participantes cadastrados no curso. Na ferramenta mural podem-se divulgar livremente recados, eventos, *links* e avisos, entre outros. A ferramenta perfil é utilizada para apresentação individual de cada participante no curso. O diário de bordo funciona como um bloco de notas, e o portfólio serve para publicação de trabalhos e documentos relevantes do curso. As sessões de bate-papo devem ser agendadas previamente, e há a possibilidade de acesso aos registros de *log*.

#### 2.4.2 Ambientes para Elaboração de Projetos

Esses ambientes auxiliam no desenvolvimento de projetos através de dicas ou de auxílio à construção das idéias. Geralmente possuem ferramentas síncronas e assíncronas com uma forma de auxiliar no desenvolvimento do seu projeto.

A tabela 2.4 mostra as ferramentas síncronas e assíncronas presentes nos ambientes para elaboração de projetos.

Tabela 2.4: Ferramentas para elaboração de projetos

Ambiente	Ferramentas Síncronas textuais	Ferramentas Assíncronas textuais	Integração de outras ferramentas
TeamWave	Whiteboard Bate-papo	Votação Compartilhamento de calendário Explosão de idéias	Sim
Belvedere	Bate-papo		Não

O TeamWave Workplace [ROS 97] é um ambiente colaborativo que permite coordenar o trabalho em grupo e o compartilhamento de informações através da Internet. Esse ambiente foi desenvolvido pelo GroupLab da Universidade de Calgary e dispõe de ferramentas para auxiliar seus usuários, tais como: *whiteboard*, salas de bate-papo, ferramenta para votação, ferramenta para explosão de idéias, compartilhamento de calendário. Além disso, se o usuário necessitar de alguma ferramenta específica, que não se encontra no ambiente, há a possibilidade de adicionar novas ferramentas, pois o TeamWave é um sistema aberto, que permite desenvolver ferramentas próprias para seu ambiente. As ferramentas de *whiteboard* e bate-papo que constituem o TeamWave possuem as funções típicas referentes a essas ferramentas.

O Belvedere [SUT 95] suporta o desenvolvimento de investigações científicas colaborativas (em rede) ou privadas (*stand-alone*) através de ferramentas gráficas. Este ambiente baseia-se em diagramas, constituídos por hipóteses e dados, que são projetados para ajudar a expressar graficamente a conexão de idéias. Estas idéias podem ser oriundas de artigos científicos, de conhecimento individual, de experiências e/ou pesquisa. Os diagramas possuem relações lógicas entre si, formando uma espécie de debate em grupo. É possível criar debates colaborativos a fim de discutir temas polêmicos, questões de pesquisa e buscar a solução conjunta do problema. Todas as informações trocadas são armazenadas em um banco de dados. O espaço de interação gráfica (*evidence map*) é semelhante ao de uma sala de bate-papo.

A figura 2.20 mostra como são apresentados os diagramas. No exemplo de tal figura são apresentadas duas hipóteses. A partir delas os argumentos a favor ou contra são incluídos gradualmente, e o diagrama vai sendo estruturado a fim de dar subsídios para a discussão.

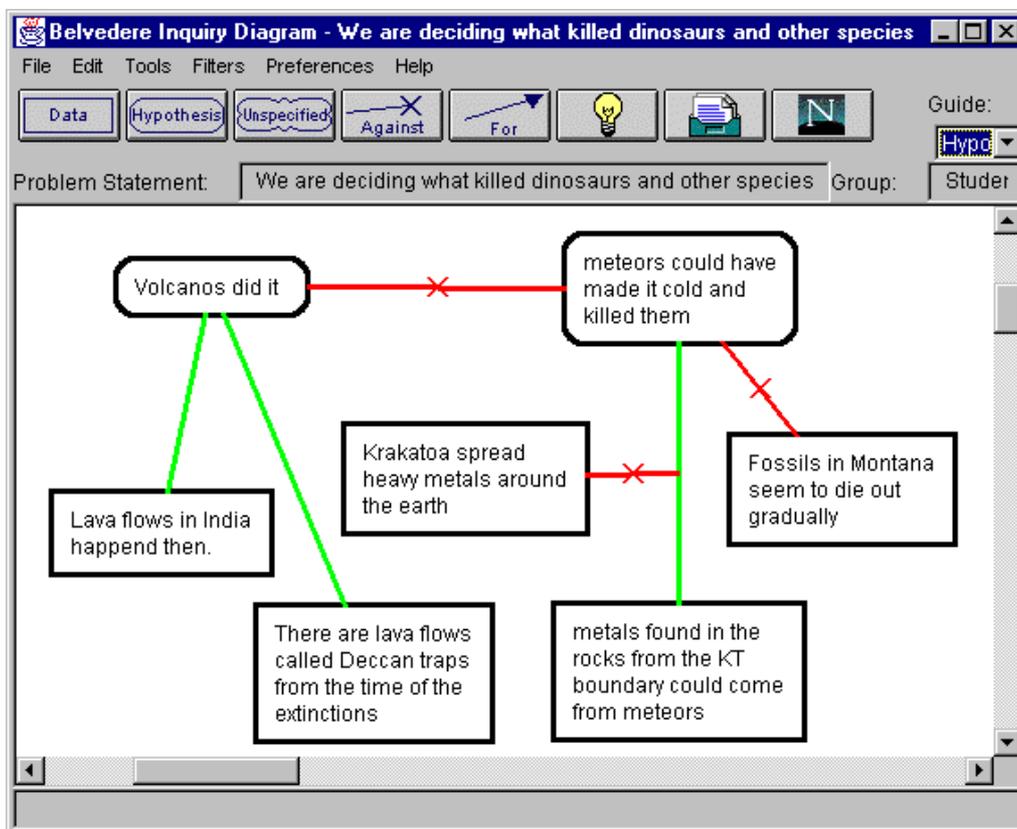


Figura 2.20: Interface do Belvedere

### 2.4.3 Ambientes para Suporte de Cursos

Esses ambientes geralmente seguem linhas pedagógicas ou conceituais e possuem um plano de uso mais específico.

A tabela 2.5 mostra as ferramentas síncronas e assíncronas presentes nos ambientes para suporte de cursos.

Tabela 2.5: Ferramentas para suporte de cursos  
(\* portanto não há monitoramento do por parte do ambiente)

Ambiente	Ferramentas Síncronas textuais	Ferramentas Assíncronas textuais	Integração de outras ferramentas
WebSaber	Bate-papo via Microsoft NetMeeting Whiteboard	Mural Lista de discussão	Através de link*
Linc Virtual School	Bate-papo Videoconferência Cadernos colaborativos	Correio eletrônico Fórum Quadro de notícias	Não

O WebSaber [SAN 97] é um ambiente de aprendizagem colaborativa voltado para a resolução de problemas, organizado segundo um modelo de hipertexto e apoiado por ferramentas de comunicação. Este ambiente foi desenvolvido pelo Departamento de Informática da PUC-RJ. No WebSaber, é usada a Teoria de Locais, que apóia-se em uma metáfora espacial para situar ações e interações em um contexto integrado de trabalho. Neste caso, é usada a metáfora de uma sala de reunião, e esse local é composto por um *Hall*, uma Sala de Estar (*Sitting Room*) e uma Sala de Trabalho (*Work Room*). O *Hall* possui um mural com os problemas a espera de solução, a Sala de Estar é o lugar das trocas, onde são marcados os trabalhos, e a Sala de Trabalho possui ferramentas para comunicação e para apoio à solução de problemas. Na Sala de Estar os usuários podem visualizar as páginas *Web* dos participantes e a agenda dos trabalhos, podem utilizar as sessões de bate-papo via NetMeeting Microsoft, e ler as mensagens da Lista de Discussão. Já na Sala de Trabalho os usuários podem utilizar o editor cooperativo NetMeeting, participar da Lista de Discussão, utilizar o bloco de notas individual, a sala de bate-papo e a agenda.

O Linc Virtual School - Learning in Network Communicaties Virtual School - [ISE 2000] é um ambiente virtual baseado em Java que integra ferramentas de comunicação e de desenvolvimento de conteúdo colaborativo. Dentre as ferramentas, têm-se: um caderno colaborativo que suporta a criação de relatórios, um quadro de notícias que registra quem está no sistema e quais atividades estão sendo executadas num determinado momento, e uma bancada que permite aos grupos, incluindo membros remotos, o controle em conjunto das experiências de simulação e de análise de dados. A comunicação síncrona é oferecida através de uma sala de bate-papo (privada ou não) ou por videoconferência. A sala de bate-papo é simples e é utilizada com outras ferramentas (figura 2.21), que podem verificar quem está on-line, por exemplo. Já a comunicação assíncrona é feita por correio eletrônico e fórum. O caderno colaborativo permite a organização de projetos em áreas compartilhadas ou não e suporta a inclusão de texto, HTML e imagens.

The screenshot displays two windows from the Linc Virtual School interface. The left window, titled 'LINC Virtual School: James Hurley', contains a 'Members of Your Group' table, a 'Your Notebooks' table, and a 'Notice Board' with recent activity. The right window, titled 'Skittles Flavor Project (Fall Collaboration)', shows a project workspace with a text editor containing a paragraph about a skittles experiment and a bar chart titled 'Accuracy of guessing skittle flavors'.

Name	Group	Address	School
Audrey Horne	Skittles Flavors	128.173.116.28	Auburn Middle S...
James Hurley	Skittles Flavors	128.173.116.27	Bladesburg High ...
Bobby Briggs	Skittles Flavors	Not Present	Auburn Middle S...

Notebook Name	Project	Owner
Skittles Flavor Project Fall Collaboration	Skittles Flavors	Skittles Flavors

**Notice Board**

- 15:19 James Hurley logged out
- 15:19 James Hurley logged in
- 15:19 You have new email!
- 15:20 Audrey Horne logged in

**Chat [From James Hurley to Audrey Horne]**

Previous Messages:  
 James Hurley: Hi Audrey  
 Audrey Horne: Hello! I'm finishing up the Conclusions section. Could you add the chart to the Data section?  
 James Hurley: Sure, I'll do it right now.

Message to send:  
 Send Message...

**Skittles Flavor Project (Fall Collaboration)**

**Data** Analysis Reflections Conclusions

**Design** Hypothesis Procedure

We tested five different colors/types of skittles and we tested 7 girls and 7 boys. 9 out of 14 people guessed that the lemon flavor actually was lemon. 6 out of 14 people guessed that lime was actually lime flavored. 8 out of 14 people guessed that orange and grape were the actual flavors. 6 out of 14 people guessed that strawberry actually were strawberry flavored. 3 boys guessed all of the flavors correctly, and only 1 girl guessed them all correct.

**Accuracy of guessing skittle flavors**

number of people who guessed

skittle flavors	number of people who guessed
Lemon	9
Lime	6
Orange	8
Grape	8
Strawberry	6

Legend: Lemon (yellow), Lime (green), Orange (orange), Grape (purple), Strawberry (red)

Locked by You (Click to let others edit)

Figura 2.21: Interface do bate-papo do Linc Virtual School

#### 2.4.4 Considerações e Características sobre Ambientes Virtuais

As ferramentas presentes nos ambientes de gerenciamento de cursos geralmente não são moduladas para fins específicos. Sendo assim, o usuário tem que desenvolver uma ferramenta específica para domínios específicos ou pesquisar outras existentes no mercado, as quais muitas vezes devem ser adaptadas a esses ambientes ou utilizadas à parte. Disso pode ocorrer a replicação de dados ou a perda de monitoramento da informação [OEI 2002].

Os ambientes de código aberto possibilitam a integração de outras ferramentas e de novos módulos, pois fornecem acesso à base de dados e permitem que suas ferramentas sejam manipuladas. Porém, como a maioria dos ambientes de gerenciamento de cursos possui o código fechado ou não permite acesso à manipulação das tabelas no banco de dados, a forma de se integrar outras ferramentas a esses ambientes restringe-se à inclusão de *links* que apontam para novas ferramentas. No entanto, para que haja restrição no acesso às ferramentas acopladas ao ambiente, é necessário replicar o banco de dados, o que seria dispensável caso o banco de dados pudesse ser manipulado. Isso também prejudica a interação homem-máquina, pelo fato de o sistema requerer uma senha toda vez que acessar uma ferramenta proprietária do ambiente. Outro ponto importante é que os ambientes deixam de fazer monitoramento dos usuários nessas ferramentas.

Com relação às ferramentas de bate-papo e de *whiteboard*, verificou-se que nos ambientes de gerenciamento de cursos essas ferramentas possuem *interface* e funções bastante básicas. Não há uma preocupação com funções do tipo inserir imagens, sons, enviar arquivos via *interface* do bate-papo ou mesmo de adaptar a ferramenta para usos específicos, como *brainstorming* e debates. A partir da análise feita, foram levantadas algumas características básicas das ferramentas de bate-papo e *whiteboard* de ambientes

de gerenciamento de cursos. Essas características constituem a síntese das leituras realizadas, sendo que algumas foram diretamente extraídas do trabalho de Kist [KIS 2002]. Dentre as características das ferramentas de bate-papo, citam-se: permitem registro das conversas das salas de bate-papo; permitem conversa reservada entre usuários de uma sessão; permitem escolha de ícones gráficos para associar às mensagens; permitem gravação da conversa por qualquer usuário; relacionam os nomes de todos os usuários da sessão. E dentre as características da ferramenta *whiteboard* citam-se: oferecem recursos textuais e gráficos (desenho e pintura); permitem gravação do quadro por qualquer um dos usuários; permitem recurso de colar/copiar em outros aplicativos; relacionam os nomes de todos os usuários da edição; permitem inserção de imagens no *whiteboard*; permitem a visualização de usuários que estão alterando o texto.

Considerando essas características, foram elaboradas duas tabelas (tabela 2.6 e tabela 2.7) para visualizar as diferenças entre as ferramentas de bate-papo e *whiteboard* utilizadas nos ambientes de gerenciamento de cursos.

Tabela 2.6: Características das ferramentas de bate-papo de ambientes de gerenciamento de cursos

Ambientes	WebCT	LearningSpace	AulaNet	TelEduc
Características				
1. Permite registro das conversas das salas de bate-papo?	Sim	Sim	Sim	Sim
2. Permite conversa reservada entre usuários de uma sessão?	Sim	Não	Não	Não
3. Permite escolha de ícones gráficos para associar às mensagens?	Não	Não	Não	Não
4. Permite gravação da conversa por qualquer usuário?	Não	Não	Sim	Não
5. Relaciona os nomes de todos os usuários da sessão?	Sim	Sim	Sim	Sim

Tabela 2.7: Características das ferramentas de *whiteboard* de ambientes de gerenciamento de cursos

Ambientes	WebCT	LearningSpace	AulaNet	TelEduc
Características				
1. Oferece recursos textuais e gráficos (desenho e pintura)?	Sim	Sim	Não possui <i>whiteboard</i>	Não possui <i>whiteboard</i>
2. Permite gravação do quadro por qualquer um dos usuários?	Sim	?		
3. Permite recurso de colar/copiar em outros aplicativos?	Sim	Sim		
4. Relaciona os nomes de todos os usuários da edição?	Sim	Sim		
5. Permite inserção de imagens no <i>whiteboard</i> ?	Sim	?		
6. Permite a visualização de usuários que estão alterando o texto?	Sim	?		

As ferramentas CMC utilizadas nos ambientes para elaboração de projetos estão relacionadas ao plano de uso para o qual foram projetadas. A ferramenta de bate-papo do Belvedere foi concebida de maneira a auxiliar os usuários na elaboração dos seus projetos, pois no bate-papo os usuários podem trocar idéias de forma síncrona, como também podem visualizar as conclusões das pesquisas de todos os demais usuários no mesmo espaço. Já o TeamWave não fez nenhuma adaptação em suas ferramentas de *whiteboard* e bate-papo, e utiliza essas ferramentas com suas funcionalidades típicas, porém seu ambiente é aberto, sendo assim, podem-se adaptar outros módulos a ferramentas já existentes ou incluir novas ferramentas no ambiente.

Os ambientes para suporte de cursos apresentados não apresentam muitas diferenças em relação aos demais no que diz respeito a ferramentas de comunicação, embora tenham sido elaborados baseados em conceitos específicos. Sua utilização é determinada pelo plano de uso elaborado.

Além das características básicas, existem outras características das ferramentas de comunicação presentes nos ambientes virtuais, que são bem-vindas:

- armazenamento de informações - isso é feito através de *logs* de conversas ou dos próprios documentos gerados na interação, para que possam ser analisados e consultados posteriormente, presentes em quase todas as ferramentas dos ambientes citados;
- consciência da presença do usuário - permite saber quem está *online*, ou saber em quê o usuário está trabalhando;
- identificação dos usuários - permite saber quem modificou, alterou, apagou e comentou os textos; esse controle é feito nos ambientes de gerenciamento de cursos;
- auxílio a usuários quanto ao seu perfil - os ambientes de gerenciamento de cursos geralmente possuem funções que auxiliam tanto usuários inexperientes como usuários mais adaptados ao sistema. É importante considerar os pré-requisitos mínimos dos participantes, tais como: manuseio e instalação de ferramentas; limitações de idioma/cultura e portabilidade;
- aplicação dependente do contexto - as ferramentas CMC da maioria desses ambientes podem ter aplicações diferentes conforme o plano de uso pensado pelo usuário. As ferramentas de comunicação síncronas e assíncronas presentes nos ambientes virtuais de aprendizagem auxiliam o facilitador no processo de ensino-aprendizagem, e embora muitas delas não incluam uma abordagem pedagógica em si, elas podem ser adaptadas ao plano de uso do facilitador. Cabe, a ele, então escolher o tipo de abordagem pedagógica e a estratégia a ser utilizada com os aprendizes;
- Execução em múltiplas plataformas - muitos ambientes que eram executados apenas em redes locais ou *standalone* foram adaptados para *Web*, como é o caso do Belvedere ,que já tem uma versão *Web*.

## 2.5 Considerações Finais

O objetivo desse capítulo foi de apresentar o cenário onde as ferramentas CMC são utilizadas e identificar características de ferramentas CMC textuais com mídia textual, principalmente as de *whiteboard* e de bate-papo. Assim, em síntese, constatou-se que:

- as ferramentas de bate-papo existentes, principalmente em ambientes de gerenciamento de cursos, oferecem poucos recursos no que diz respeito à *interface* e funções. Geralmente possuem somente as funções típicas das ferramentas de bate-papo, o que dá pouca possibilidade de diversificação de seu uso;
- há pouca preocupação com a possibilidade de integração de ferramentas ou módulos externos nos ambientes estudados. A maioria dos ambientes possui código fechado, portanto, para haver modificações é necessário aguardar o desenvolvimento de novas versões do ambiente pelo fabricante;
- A agregação de alguma ferramenta externa ao ambiente geralmente é feita através *link*, o que compromete o monitoramento das ações dos usuários no ambiente.
- algumas ferramentas de bate-papo foram adaptadas para *Web*, devido à facilidade de acesso, e também por permitir seu uso em diferentes plataformas através da Internet;
- Verificou-se que não há preocupação com a padronização de dados para troca de informações.

No próximo capítulo são apresentadas as linguagens de marcas, dentre elas LaTeX, TeX, OpenMath e MathML

## 3 LINGUAGENS MATEMÁTICAS

Este capítulo apresenta conceitos associados às linguagens de marcas e linguagens de marcação matemática. Dentre as linguagens de marcas apresentadas estão o TeX, LaTeX, OpenMath e o MathML.

### 3.1 As Linguagens de Marcas

Conforme Bax [BAX 2001], todo sistema editor de textos deve incluir, junto ao texto, marcas que fornecem indicações de como ele deve ser apresentado ao usuário. Essas marcas podem estar visíveis (por exemplo, modo LaTeX não gráfico) ou invisíveis (por exemplo, modo WYSIWYG do Word), e através delas o texto formatado será visualizado após sua compilação. Bax divide essas marcas em procedimentais e descritivas. A marcação procedimental indica ao processador como dispor a apresentação no texto, ou seja, quais fontes de caracteres serão utilizadas, qual o espaçamento entre linhas etc. Já a marcação descritiva utiliza marcas ou *tags* que qualificam cada objeto do texto, indicando sua função, e não sua apresentação. Assim, nesse modo de marcação, separa-se o conteúdo da apresentação.

As linguagens de marcação possuem três componentes: conteúdo, estrutura e estilo. Segundo Bax [BAX 2001], “o conteúdo é a informação propriamente dita, a estrutura define como se dá a organização da informação no documento e o estilo define o visual de apresentação das informações”.

A utilização de marcações descritivas abertas do tipo SGML, HTML e XML permite a criação de documentos portáteis, os quais não dependem de plataformas e são de fácil manipulação, pois são constituídos apenas por caracteres do tipo ASCII, que podem ser interpretados por diversas aplicações que reconheçam a marcação especificada. Assim, essas linguagens libertam os usuários dos formatos proprietários, separando o conteúdo da apresentação e, permitem várias mídias e formatos de apresentação. Dentre os padrões de marcações descritivas abertas, o uso do XML, concebido pela comunidade W3C, é o mais difundido e popular na Internet, e seu surgimento representa um marco referencial no contexto das linguagens de marcação.

O HTML é outra linguagem de marcação descritiva bastante popular, pois ela é utilizada no desenvolvimento de páginas na *Web*. Essa linguagem possui aproximadamente cem elementos de marcação que são utilizados para definir o formato do texto. Já o XML é uma linguagem que utiliza marcações para descrever dados de forma estruturada. O HTML e o XML são similares no que diz respeito à sintaxe, pois se originaram do SGML. Porém, a grande diferença entre HTML e XML é que o

HTML descreve a aparência e as ações associadas a um texto, as quais são interpretadas sempre da mesma maneira pelo interpretador HTML. E o XML não descreve nem a aparência e nem as ações, mas sim o que cada trecho é ou representa no contexto geral do texto, e deixa a interpretação do dado por conta da aplicação. Portanto, embora sendo originalmente descritiva, a linguagem HTML se comporta de maneira similar às linguagens procedimentais, pois não separa o conteúdo da apresentação. Isso acontece porque os navegadores *Web* não fazem essa distinção. Valentine [VAL 2001] classifica o HTML como uma marcação orientada por formato, pois está dirigida para a forma de apresentação do documento.

O XML pode codificar o conteúdo, a estrutura e a semântica para uma grande variedade de aplicações, e, por ser um padrão aberto, flexível e independente de plataforma, é considerado de grande importância. O uso da linguagem XML está associado a inúmeras vantagens, dentre as quais destacam-se [MAR 2000]:

- facilidade de conversão para outros formatos (RTF, TeX, SGML, PDF, PostScript, JPEG, PNG, entre outros);
- facilidade para edição de marcações, uma vez que elas podem ser editadas em qualquer editor de texto que disponha da opção de gravar "texto puro";
- possibilidade de "atribuir semântica na *Web*", pois as marcações são autodescritivas;
- facilidade para geração de dados para visualização, ou seja, existe a separação entre estrutura, conteúdo e apresentação dos dados, o que facilita a geração de dados para visualização dinâmica e evita repetição de informação;
- formatação seguindo as regras de sintaxe estabelecidas pela W3C;
- agilidade para construção e atualização de aplicações em XML.

A estrutura de um documento XML pode ser vista como uma árvore rotulada que contém um nó externo e outro interno. A figura 3.1 mostra esta estrutura através de um exemplo. O nó externo é formado pelo prólogo, que é a raiz desta árvore, e consiste tipicamente da declaração XML. A declaração XML é formada pelo atributo obrigatório *version*, que corresponde à versão do XML que está sendo utilizada. O atributo *encoding* é opcional e corresponde ao tipo de caracter que será utilizado pelo documento. Caso este atributo não seja declarado, o *default* assumido são caracteres UNICODE "UTF-8" ou "UTF-6". Já o nó interno consiste do corpo do documento, formado pelo elemento raiz, que na figura 3.1 é <agenda>, e pelos demais elementos e atributos do documento, no caso, <foto>, <email>, <telefone>, <ddd>, <numero>. Os elementos <foto> e <telefone> possuem atributos "href" e "tipo", respectivamente. E os elementos <ddd> e <numero> estão hierarquicamente abaixo do elemento <telefone>.

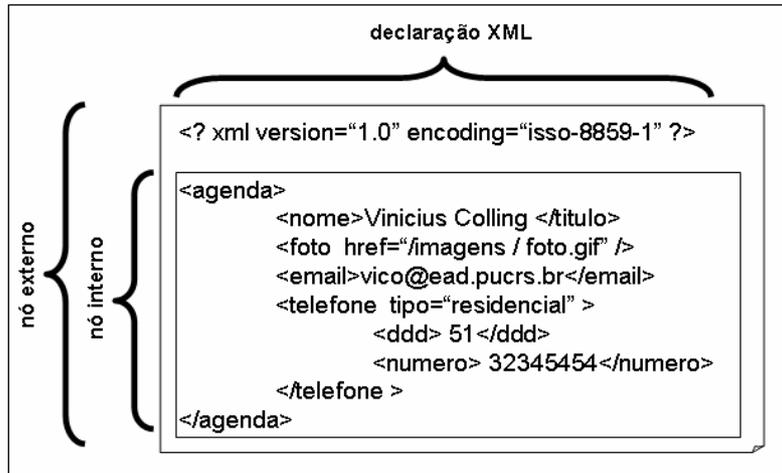


Figura 3.1: Partes de um documento

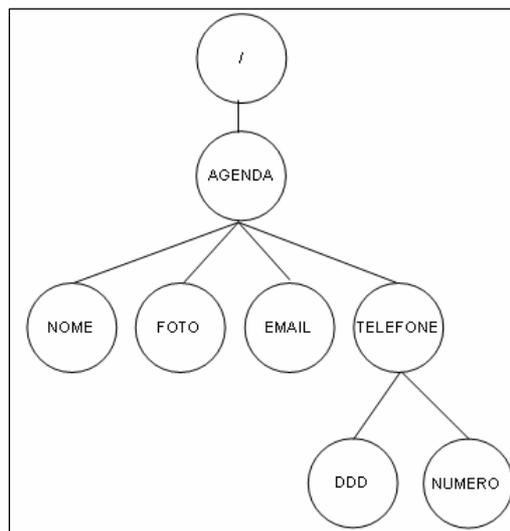


Figura 3.2: Árvore do documento

Os elementos XML formam uma estrutura hierárquica, tipo árvore, sendo que o ponto de partida é o elemento raiz, que neste caso é `<agenda>`. Cada elemento é autodescritivo, mas sua função só é determinada pela aplicação que o utiliza. A figura 3.2 mostra uma árvore para o documento da figura 3.1. Um elemento que esteja hierarquicamente abaixo de um outro elemento é chamado de filho. Na figura 3.2, por exemplo, o elemento `TELEFONE` possui dois filhos, os elementos `DDD` e `NUMERO`. O elemento que está hierarquicamente acima de outra elemento é denominado pai. No caso da figura, o elemento `TELEFONE` é o pai dos elementos `DDD` e `NUMERO` [MAR 2000]. Assim, na linguagem XML dispõe-se de:

- elementos: são áreas delimitadas por marcadores de escopo, mais comumente denominados por *tags*. Essas áreas podem possuir começo e fim (elemento composto) ou serem atômicas (possui apenas elementos finais). Exemplo: elemento composto, `<email>...</email>`; elemento atômico, `<foto/>`;
- atributos: descrevem o comportamento do elemento e podem ser entendidos como parâmetros dos elementos. Um elemento pode ter nenhum, um ou mais atributos. Exemplo: `<telefone tipo = "residencial">`;

- nós de texto: são o conteúdo do elemento propriamente dito. Exemplo: `<ddd>51</ddd>`;
- entidades: são a representação física dos documentos XML. Geralmente são associadas a um mnemônico com referências de caracteres, usadas para substituir os caracteres no conteúdo do elemento ou do atributo. Exemplo: `<pais>Brasil</pais>` e `<pais> &br; </pais/>`. A entidade `&br` é interpretada da mesma maneira que Brasil;
- instruções de processamento: são um mecanismo para inserir, no documento, instruções não-XML, como *scripts*. Exemplo: `<?xml version="1.0" encoding="isso-8859-1" ?>`.

Um documento XML só é válido se for bem formado, isto é, se houver um esquema (W3C XML Schema) ou um DTD (*Document Type Definiton*) atrelado a ele que possa verificar sua validade. Os DTDs e/ou esquemas especificam a linguagem XML. O esquema e/ou DTD é um modelo que descreve todos os elementos, atributos, entidades e tipos de dados. Utilizando os termos de orientação a objeto, o esquema ou DTD pode ser visto como uma "classe", com toda a especificação dos elementos, e os documentos XML representam as "instâncias" dessa "classe". Os DTDs são essenciais para que haja comunicação XML. Conforme Marchal [MAR 2000], os principais benefícios do DTD são: o processador XML impõe ao documento a estrutura definida no DTD; a aplicação tem acesso à estrutura do documento; o XML permite a criação de valores padrão para atributos, o que pode resultar num documento menor. Na tabela 3.1 visualizam-se algumas diferenças entre DTD e esquemas XML.

Tabela 3.1: DTD e esquema XML

	DTD	Xschema
Características	Não suporta <i>namespaces</i> Limitado quanto a tipos de dados	Suporta <i>namespaces</i> Permite definição de tipos de dados
Exemplo	<code>&lt;!ELEMENT contato (nome,email, telefone)&gt; &lt;!ATTLIST contato código MNTOKEN #REQUIRED&gt;</code>	<code>&lt;xsd:schema xmlns:xds=".../XMLSchem a"&gt; &lt;xsd:element name="contato"&gt; &lt;xsd:complexType&gt; &lt;xsd:attribute name="codigo" use="required"&gt;</code>

No XML existe uma considerável liberdade para definir *tags*. No entanto, à medida que as aplicações XML foram sendo desenvolvidas, apresentou-se o problema de conflito entre nomes de *tags* similares em documentos que utilizem mais de uma marcação XML. A solução encontrada foi usar *namespaces*, que garantem que um conjunto de *tags* não poderá entrar em conflito com outro. A figura 3.3 apresenta quatro tipos de *namespaces* definidos pela Microsoft, para documentos no formato HTML utilizados pelo editor de textos Microsoft Word.

```
<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">
```

Figura 3.3: Exemplo de *namespaces*

Para que se possa interpretar, gerar e extrair dados a partir de documentos XML, é necessário utilizar APIs. Há duas APIs padrão que são utilizadas para manipular arquivos XML: W3C Document Object Model (DOM) e Simple API for XML (SAX) - que possuem implementações disponíveis em várias linguagens. A API SAX oferece métodos que respondem a eventos produzidos durante a leitura do documento XML. Já a API DOM constrói uma árvore a partir do documento XML, que permite a navegação na estrutura do documento.

Os documentos XML podem ser visualizados nos navegadores *Web* através de folhas de estilo. As folhas de estilo nada mais são do que conjuntos de regras para formatar ou transformar as informações de um documento XML. O XML trabalha com as seguintes folhas de estilo: CSS e XSLT. O CSS é executado no navegador *Web* e o XSLT é executado previamente no servidor e enviado para o usuário. O XSLT pode transformar o arquivo de entrada XML em arquivos de saída do tipo texto, HTML ou em um outro formato. Se o documento XML não estiver associado a uma folha de estilo, a interface dependerá da aplicação que o estiver processando. Por exemplo, no Internet Explorer e em outros navegadores, visualiza-se somente a árvore-fonte XML, e no Netscape visualizam-se apenas os nós do texto.

Sob as regras do XML foi também desenvolvido um novo padrão para o HTML denominado XHTML. O XHTML é a aplicação desenvolvida pela W3C que reformulou o HTML 4.01 e o padronizou conforme as regras do XML. Os elementos que estão disponíveis no HTML 4.01 estão igualmente disponíveis na XHTML 1.0. Segundo Valentine [VAL 2001], o HTML 4.01 representa a iteração final da HTML como uma linguagem de marcação independente. Todos os desenvolvimentos futuros do HTML serão feitos sobre o XHTML, o qual preocupa-se com a estrutura do documento e desvincula a marcação orientada por formato (HTML) para uma marcação descritiva (XHTML).

Atualmente várias organizações e empresas produzem suas próprias linguagens baseadas em XML, dentre elas a Microsoft e a Netscape. Isso pode ser verificado, na prática, quando um arquivo texto é salvo em formato HTML, através do editor Microsoft Word; ao visualizar o código fonte desse arquivo, é possível identificar os esquemas XML utilizados (figura 3.3). Cada nova linguagem criada baseada em XML é denominada aplicação ou vocabulário XML. Essas aplicações referem-se a um domínio específico. Existem inúmeras aplicações XML, tais como CML (para a química), SMIL (para integração de multimídia) e o próprio XHTML. Dentre essas aplicações, destacamos a linguagem MathML (para a matemática).

## 3.2 Linguagens de Marcação Matemática

A matemática se distingue pelo uso de um amplo e complexo sistema de notação simbólica, gráfica e numérica. Conforme Pierce [apud AUS 2002], as idéias matemáticas existem independentemente das notações que elas representam, portanto, não podem ser vistas igualmente. Contudo, parte do poder da descrição e análise da matemática vem da capacidade de representar e manipular idéias de forma simbólica. A notação matemática moderna é produto de séculos de refinamento e possui um extenso conjunto de símbolos, alguns um pouco complicados de serem codificados eletronicamente. Durante muito tempo os símbolos matemáticos foram codificados através do conjunto de caracteres, tipo ASCII, ainda muito limitado em termos de representação e visualização da notação matemática. Somente no final da década de 70, com o advento da linguagem TeX, desenvolvida por Donald Knuth, esta limitação foi

superada, e o TeX se tornou um padrão, principalmente na comunidade científica. O TeX é uma linguagem tipográfica que utiliza marcas e que deu um novo impulso no que diz respeito à estrutura e forma de apresentação de expressões matemáticas eletronicamente.

Com o advento e a popularização da Internet e da *Web*, tornou-se um desafio encontrar maneiras de mostrar a notação matemática nos navegadores *Web*. A linguagem HTML utilizada em páginas na *Web* possui muitas limitações no que diz respeito à inclusão de expressões matemáticas. Dentre o conjunto de marcações da linguagem HTML, há somente duas *tags* para notação matemática: o sobrescrito e o subscrito, ou seja,  $x^{2}+y_{j}$  que é utilizado para representar  $x^2+y_j$ . Os demais símbolos matemáticos são representados como imagens, geralmente no formato GIF/JPEG ou documentos completos no formato PDF [FRO 2003]. Esses formatos geralmente possuem baixa qualidade de visualização e impressão, são de difícil manipulação e a informação matemática contida neles não está disponível para pesquisa, manipulação, indexação ou reuso.

Conforme Austbrooks [AUS 2002], as limitações da linguagem HTML para notação matemática são as seguintes:

- problemas de exibição - os navegadores *Web* não têm um padrão no tamanho de suas fontes, o que dificulta a visibilidade das expressões matemáticas, e, em consequência, sua definição, leitura e compreensão. Esse problema aumenta quando essas imagens são impressas, pois as resoluções da imagem e das impressoras são distintas;
- problemas de codificação - nestes navegadores não há como buscar uma equação ou parte de uma equação em um documento, e nem mesmo como executar comandos simples, como copiar e colar no próprio texto ou em aplicações diferentes.
- problemas de largura de banda - as imagens inseridas em documentos HTML geralmente necessitam de uma maior largura de banda na rede. Isto porque as imagens geralmente requerem um volume maior de dados para serem codificadas, portanto, o seu tamanho final é maior, exigindo mais tempo para serem carregadas em um navegador *Web*, por exemplo.

A fim de solucionar esses problemas, surgiram algumas linguagens descritivas de marcação matemática, dentre elas, a OpenMath e a MathML. Essas linguagens de marcação solucionam as limitações do HTML e possuem outras vantagens, tais como:

- descrições através de marcações são tipicamente menores e mais compreensíveis que imagens, e a maior parte do processo de interpretação é feita na máquina do cliente; isso ameniza o problema de maior largura de banda requerida pelas imagens nos documentos HTML;
- como os documentos estão no formato texto, os problemas de exibição são sanados a partir do momento que as aplicações podem gerar diferentes saídas para uma mesma marcação conforme os parâmetros desejados; essas saídas podem ser exibidas em diferentes mídias, de diferentes formas e em diferentes formatos, tais como: imagem, voz, impressão, formatos PDF, saídas em Braille, entre outros. Os problemas de armazenamento e indexação de dados também são facilitados, pois se trabalha só com caracteres ASCII;

- as marcações facilitam a busca de informações nas fórmulas matemáticas e o processo de manipulação das equações, solucionando assim os problemas de codificação;
- a padronização facilita a portabilidade de dados entre aplicativos.

O uso das linguagens de marcação matemática contempla as áreas de educação, pesquisa e comércio. A área de educação possui dificuldades no que tange a ferramentas *Web* de autoria para documentos que utilizam formalismos matemáticos. Disponibilizar ferramentas que sejam capazes de inserir materiais científicos na *Web* é essencial para a comunidade educacional, principalmente para aquelas que lidam com cursos a distância. Já as áreas de pesquisa que utilizam marcações matemáticas necessitam que seus documentos sejam arquivados, mantidos e operados de forma fácil, bem como necessitam que a linguagem de marcação possibilite conversões para outros tipos de linguagens. A matemática na *Web* é, portanto, uma forma de trocar informações fáceis de serem lidas, processadas e geradas e que possuam ferramentas de uso simples. A área comercial também está envolvida com matemática na *Web*, a qual é utilizada para fins de editoração de versões eletrônicas de livros de matemática, impressões mais claras e jornais acadêmicos [AUS 2002].

Nas seções a seguir apresenta-se uma introdução às linguagens de marcação procedimentais (TeX e LaTeX) e de marcação descritivas (OpenMath e MathML) para matemática em função de suas características. A tabela 3.2 apresenta essas características.

Tabela 3.2: Características das linguagens de marcação matemática

Características	TeX	LaTeX	OpenMath	MathML
Permite separar conteúdo, estrutura e estilo			x	x
Pode ser executada na <i>Web</i>			x( <i>applet</i> )	x(navegador)
Permite a produção de diferentes mídias	x	x	x	x
Permite a produção de diferentes formatos	x	x	x	x
Permite portabilidade de dados	x	x	x	x
Possui marcação de apresentação				x
Possui marcação de conteúdo			x	x
É multiplataforma	x	x	x	x

### 3.3 Linguagens de Marcação Procedimental para Matemática

As linguagens de marcação procedimental para matemática são ditas tipográficas; construídas através de comandos que são interpretados e executados a fim de se obter um documento final que pode ser impresso ou visualizado na tela do computador. Essas linguagens utilizam o texto ASCII para entrada de dados e são muito difundidas. O LaTeX, por exemplo, tornou-se um padrão internacional para artigos científicos que utilizam formalismos matemáticos. Além disso, tanto o TeX quanto o LaTeX são programas de domínio público. É importante ressaltar que o LaTeX é uma macro sobre a linguagem TeX. As subseções seguintes versam sobre essas duas linguagens.

#### 3.3.1 TeX

O TeX [KNU 86] é uma linguagem que permite a definição de um sistema de composição de tipos (*typesetting*), fontes e símbolos, dentre esses, a notação matemática. Sua execução permite a criação, visualização e impressão de textos técnicos. Essa linguagem foi escrita por Donald Knuth e sua primeira versão foi

desenvolvida em 1978. Para escrevê-la, Knuth construiu uma linguagem denominada *literate programming*, que combina código e documentação.

O TeX fornece mecanismos para trabalhar na *Web* e em sistemas operacionais diversos, portanto, é altamente portátil, porque foi concebido especificamente para trabalhar com arquivos de entradas contendo instruções de marcação [DOO 2002].

As etapas necessárias para a produção de um documento TeX [DOO 2002] são apresentadas na figura 3.4. Através dessa figura é possível observar que, após a edição do texto, o programa TeX lê o arquivo de entrada, que contém tipos TeX, e produz um arquivo DVI, o qual é lido por um outro programa chamado *device driver*, que produz o arquivo de saída. O arquivo DVI pode ser lido por diferentes *device driver* que são responsáveis pela produção de diferentes tipos de saídas, tais como: saída de impressão e saída para visualização na tela do computador.

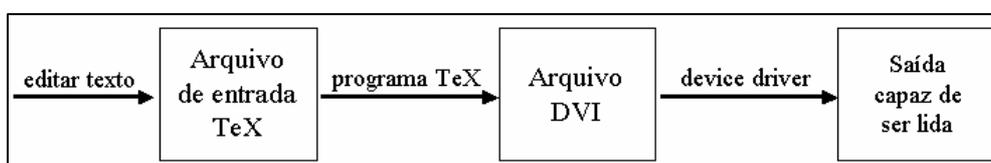


Figura 3.4: Passos para produção de um documento TeX

### 3.3.2 LaTeX

O LaTeX é um conjunto de macros escritos em TeX, projetados para simplificar a composição de tipos de um documento. Escrito originalmente por Leslie Lamport [LAM 86], ele permite marcações que descrevem a estrutura do documento, sem preocupação com sua apresentação. Utilizando classes de documentos e pacotes, o mesmo documento pode ser finalizado com diferentes apresentações. Toda a formatação no LaTeX é feita automaticamente (funções de numeração, referência, por exemplo) e seus documentos possuem uma alta qualidade tipográfica.

O LaTeX fornece um sistema de processamento de documento, que é feito em duas etapas distintas: o texto a ser impresso e os comandos de formatação são escritos em um arquivo fonte com o uso de um editor de textos; em seguida, o arquivo fonte é submetido a um programa formatador de textos, no nosso caso, o LaTeX, que gera um arquivo de saída, que pode ser impresso ou visualizado na tela.

Programas deste tipo podem parecer inicialmente mais complicados que os processadores de texto “não-LaTeX”, mas apresentam uma série de vantagens, como por exemplo:

- mudanças na formatação do texto inteiro podem ser feitas com apenas alguns comandos;
- fórmulas complexas podem ser escritas usando apenas comandos;
- numeração automática de fórmulas, seções, definições, exemplos, teoremas ficam automatizados através das macros utilizadas;

O LaTeX é um programa de domínio público que possui vários pacotes e estilos de ferramentas. A maioria das ferramentas LaTeX é livre de custos. Dentre essas aplicações citam-se os editores LaTeX: Lyx, GNUTeXmacs e Winedit, cujas características estão apresentadas na tabela 3.3.

Tabela 3.3: Exemplos de editores LaTeX

Lyx	Característica Plataforma Site	Processador de documentos livre, que funciona como uma interface gráfica do LaTeX. MacOS , OS/2, e Windows. <a href="http://www.lyx.org/">http://www.lyx.org/</a>
GNU TeXmacs	Característica Plataforma Site	Editor de textos livre, parecido com o Lyx, possui interface amigável. Está em fase de desenvolvimento a conversão para HTML/MathML/XML. Linux. <a href="http://www.math.u-psud.fr/~anh/TeXmacs/TeXmacs.html">http://www.math.u-psud.fr/~anh/TeXmacs/TeXmacs.html</a>
Winedit	Característica Plataforma Site	Editor LaTeX não-livre. Possui funções de manipulação de arquivos com comandos LaTeX e visualização através de programas auxiliares como o Gsview. Windows. <a href="http://www.winedt.com/">http://www.winedt.com/</a>

Os recursos disponíveis no LaTeX para escrever formalismos são bastante utilizados pela comunidade acadêmica. No Anexo A estão listados alguns desses recursos.

### 3.4 Linguagens de Marcação Descritivas para Matemática

As linguagens de marcação descritivas para matemática caracterizam-se por utilizarem *tags* para representar as marcações matemáticas, as quais são escritas com caracteres ASCII. Atualmente existem muitos aplicativos que permitem a editoração, impressão e visualização dessas linguagens nos navegadores *Web*.

Dentre as linguagens de marcação descritivas para matemática de código aberto se destacam o OpenMath e o MathML, os quais são descritos a seguir.

#### 3.4.1 OpenMath

OpenMath [CAP 2000] é um padrão para representação de objetos matemáticos mantido pela OpenMath Society, que permite que esses objetos sejam trocados entre aplicações computacionais, armazenados em banco de dados ou publicados na *Web*. Há uma forte relação do OpenMath com a recomendação MathML da W3C. O MathML é orientado para apresentação dos objetos matemáticos, e o OpenMath, para o conteúdo, isto é, preocupa-se com o significado semântico das expressões matemáticas. O MathML, no entanto, permite que o código OpenMath seja incluído dentro de sua estrutura. Assim, pode-se dizer que essas duas linguagens são complementares.

Os objetos matemáticos codificados em OpenMath podem ser exibidos nos navegadores ou então trocados entre sistemas de *software* e transferidos para uso em diferentes contextos.

A figura 3.5 apresenta um exemplo de documento formatado com codificação OpenMath a partir da gramática XML. Esse exemplo ilustra a representação de  $a=b=c$ .

```

<OMOBJ>
  <OMA>
    <OMA>
      <OMS cd="relation1" name="eq"/>
      <OMV name="a"/>
      <OMV name="b"/>
    </OMA>
    <OMA>
      <OMS cd="relation1" name="eq"/>
      <OMV name="b"/>
      <OMV name="c"/>
    </OMA>
  </OMA>
</OMOBJ>

```

Figura 3.5: Exemplo de um documento OpenMath

Todos os objetos matemáticos OpenMath devem estar contidos dentro das *tags* `<OMOBJ>`, `</OMOBJ>`. A *tag* `<OMS cd="relation1" name="eq"/>` referencia os símbolos da equação e possui dois atributos obrigatórios, `cd` e `name`, que representam, respectivamente, o nome do símbolo no dicionário de conteúdo e o nome do símbolo matemático propriamente dito. A *tag* `<OMV>` referencia as variáveis da equação, e a *tag* `<OMA>` refere-se à aplicação.

Para incluir textos com código OpenMath, como o exemplo da figura 3.5, em documentos XML, é necessário incluir a declaração `namespace xmlns="http://www.openmath.org/OpenMath"` para que o código OpenMath possa ser validado e interpretado.

### 3.4.2 MathML

Mathematical Markup Language, ou MathML, [AUS 2002] é uma aplicação XML para descrição de formalismos matemáticos de forma a serem exibidos, manipulados e compartilhados na *Web*. Foi projetada pela comunidade W3C (World Web Consortium) e agrega a experiência de outras linguagens de marcação, tais como: TeX, SGML e a ISO 12083 - que descreve a apresentação visual da notação matemática. Uma expressão MathML codificada pode ser avaliada por um sistema algébrico de computador, interpretada por um navegador *Web*, editada em um processador de textos e impressa. Ela tem sido amplamente adotada por ambientes que trabalham com matemática, entre eles, Mathematica e Maple. A estrutura de um documento MathML é similar à de um documento XML. A figura 3.6 ilustra um documento MathML. O elemento raiz `<math>` é o pai de todos os elementos MathML. A partir dele é criada a estrutura hierárquica dos elementos. O elemento `<mfrac>` refere-se à fração, e requer dois argumentos para ser descrito, o numerador e o denominador, que no exemplo da figura 3.6 estão delimitados pela marcação `<mrow>`. O elemento `<mfrac>` possui um atributo denominado `linethickness="1"`, que determina a espessura da barra da fração.

```

<math>
  <mrow>
    <mfrac linethickness="1">
      <mrow>
        <mn>3213</mn>
      </mrow>
      <mrow>
        <mn>321321</mn>
      </mrow>
    </mfrac>
    <mo>-</mo>
    <mn>7</mn>
  </mrow>
</math>

```

Figura 3.6: Exemplo de documento MathML

Conforme Ausbrooks [AUS 2002], a aplicação MathML é dividida em duas grandes categorias: elementos de conteúdo e elementos de apresentação.

Os elementos de conteúdo são usados para expressar a semântica das expressões matemáticas até o nível de cálculo. A marcação de conteúdo captura a estrutura matemática e codifica essa estrutura de uma maneira que facilite o significado de uma expressão matemática para os programas de aplicação. Essas marcações não são apropriadas para serem renderizadas, embora isso possa ser feito, desde que haja um mecanismo suficientemente sofisticado de folhas de estilo (CSS, XSLT) que permitam personalizar documentos matemáticos, ou quando há a utilização da marcação de apresentação juntamente com a de conteúdo.

Os elementos de apresentação são usados para expressar um modelo bidimensional das expressões matemáticas. Eles capturam a estrutura de notação de uma expressão de maneira abstrata, de modo a facilitar a renderização para várias mídias. Assim, uma mesma marcação de apresentação pode ser renderizada em telas largas ou estreitas, em ASCII ou graficamente, e até mesmo ser impressa. É importante destacar que a marcação de apresentação não é lida diretamente com o significado da expressão, porém muitas vezes uma aplicação de processamento computacional pode ser capaz de inferir o significado matemático das marcações de apresentação, desde que o contexto seja suficientemente conhecido.

Nas aplicações MathML os elementos de apresentação podem ser compreendidos como caixas de apresentação, onde a notação matemática será inserida. O modo com que as caixas de apresentação MathML são aninhadas é descrito naturalmente por uma árvore de expressão, onde cada elemento, no caso, cada nó da árvore, corresponde a uma caixa de apresentação que descreve como seus filhos são logicamente relacionados entre si. A partir dessa estrutura em árvore, um renderizador converte essas relações lógicas em algoritmos específicos, os quais dispõem os elementos fisicamente na tela do computador.

Os atributos de um elemento são interpretados pelo *software* como parâmetros específicos para a construção física de um determinado elemento dentro das caixas de apresentação. A figura 3.7 ilustra a idéia das caixas de apresentação a partir do documento MathML exposto na figura 3.6.

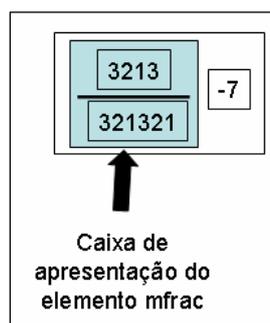


Figura 3.7: Ilustração de uma caixa de apresentação

Os valores de atributo são basicamente definidos de três modos: podem ser definidos explicitamente em uma marcação (*tag*), procurados no dicionário de operadores ou herdados do ambiente.

Cada elemento, quando inicializado, possui um ambiente que especifica valores *default* para todos os atributos MathML. Idealmente, o ambiente é inicializado por um navegador com valores sensíveis para atributos como *color*, *background*, *displaystyle* e os atributos relacionados à formatação de fontes. Cada elemento filho herda o ambiente de seu pai. E, se um valor de atributo não é definido diretamente na *tag*, ele é herdado do ambiente.

Em MathML, é importante cuidar a maneira na qual são organizados os termos, pois isso facilita a álgebra computacional, quando for necessário dar semântica aos termos.

Tabela 3.4: Comparação entre duas marcações de apresentação MathML

Marcação 1	Marcação 2
<pre>&lt;mrow&gt;   &lt;msup&gt;     &lt;mi&gt;x&lt;/mi&gt;     &lt;mn&gt;2&lt;/mn&gt;   &lt;/msup&gt;   &lt;mo&gt;+&lt;/mo&gt;   &lt;mn&gt;3&lt;/mn&gt;   &lt;mi&gt;x&lt;/mi&gt;   &lt;mo&gt;+&lt;/mo&gt;   &lt;mn&gt;4&lt;/mn&gt;   &lt;mo&gt;=&lt;/mo&gt;   &lt;mn&gt;0&lt;/mn&gt; &lt;/mrow&gt;</pre>	<pre>&lt;mrow&gt;   &lt;mrow&gt;     &lt;msup&gt;       &lt;mi&gt;x&lt;/mi&gt;       &lt;mn&gt;2&lt;/mn&gt;     &lt;/msup&gt;     &lt;mo&gt;+&lt;/mo&gt;   &lt;mrow&gt;     &lt;mn&gt;3&lt;/mn&gt;     &lt;mi&gt;x&lt;/mi&gt;   &lt;/mrow&gt;   &lt;mo&gt;+&lt;/mo&gt;   &lt;mn&gt;2&lt;/mn&gt; &lt;/mrow&gt; &lt;mo&gt;=&lt;/mo&gt; &lt;mn&gt;0&lt;/mn&gt; &lt;/mrow&gt;</pre>
O que é mostrado $x^2 + 3x + 2 = 0$ .	O que é mostrado $x^2 + 3x + 2 = 0$ .

Analisando-se a expressão lógica da estrutura “Marcação 1” da tabela 3.4, verifica-se que os elementos `<mrow>` que definem a linha horizontal do esquema, não estão dispostos da melhor maneira, em termos lógicos. Isso não afeta tanto a apresentação da fórmula, mas pode dificultar uma computação algébrica de um *software* que esteja tentando descobrir o que a notação significa. Na “Marcação 2” da tabela 3.4 a fila horizontal de símbolos é particionada em grupos correspondentes aos termos

matemáticos  $x^2$  e  $3x$ , o que facilita a descoberta dos seus significados pela álgebra computacional.

Para que as marcações MathML possam ser visualizadas nos navegadores *Web*, são necessários interpretadores que possam validá-las e renderizá-las. Atualmente, alguns navegadores podem interpretar as marcações MathML, e outros necessitam de *plugin* para visualizar as marcações no navegador. A tabela 3.5 apresenta os interpretadores (*plugins*) necessários para interpretar a MathML, conforme a plataforma utilizada [MAT 2002].

Tabela 3.5: Interpretadores MathML para navegadores *Web* conforme a plataforma

Windows	Macintosh	Linux/Unix:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- IE 5.0 com TechExplorer <i>plugin</i>;</li> <li>- IE 5.5 com os <i>plugins</i> MathPlayer ou TechExplorer <i>plugin</i>;</li> <li>- IE 6.0 opcionalmente com MathPlayer ou TechExplorer <i>plugin</i>;</li> <li>- Netscape 6.1 com TechExplorer <i>plugin</i>;</li> <li>- Amaya (navegador da W3C interpreta apresentação MathML somente);</li> <li>- Mozilla 0.9.9;</li> <li>- Imath.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IE 5.0 com TechExplorer <i>plugin</i>;</li> <li>- Mozilla 0.9.9.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Netscape 6.1 com TechExplorer <i>plugin</i>;</li> <li>- Amaya;</li> <li>- Mozilla 0.9.9;</li> <li>- Imath.</li> </ul>

### 3.5 Considerações Finais

Há outras linguagens de marcação de matemática menos difundidas, como por exemplo:

- MathBook [RIA 99] – que provém do OpenMath, e é usado para o desenvolvimento de livros interativos;
- Mathbroker [SCH 2001] - que é uma linguagem desenvolvida para descrever problemas matemáticos.

Um dos objetivos visados no desenvolvimento do protótipo ChatMath refere-se a possibilidade de portabilidade de dados entre aplicativos matemáticos. As linguagens de marcação padronizadas estudadas neste capítulo, em especial o LaTeX e o MathML, possuem características que viabilizam este objetivo. O LaTeX é uma linguagem de marcação muito difundida no meio acadêmico e possui um módulo específico para escrever formalismos matemáticos. Já o MathML, possui todas as vantagens advindas das linguagens de marcação descritivas abertas - facilidade de edição, armazenamento, indexação, conversão para outros formatos - e vem se tornando uma referência de linguagem matemática para *Web*.

O próximo capítulo reafirma essas vantagens, pois apresenta vários aplicativos que suportam essas linguagens.

## 4 APLICAÇÕES QUE UTILIZAM LINGUAGEM DE MARCAÇÃO MATEMÁTICA

Este capítulo visa a apresentar o levantamento de aplicações (ambientes e ferramentas) que utilizam linguagens de marcação procedimental e linguagens de marcação descritiva de matemática, a fim de verificar o estado da arte desse tipo de aplicação. Para facilitar essa apresentação dividiu-se o capítulo em duas seções. A primeira seção caracteriza os ambientes matemáticos que utilizam linguagens de marcação matemática (TeX e MathML) e a segunda seção descreve ferramentas criadas para dar suporte a inúmeras aplicações sustentadas pelas linguagens de matemática nas diversas plataformas existentes. Ao final do capítulo apresentam-se as considerações finais.

### 4.1 Ambientes de Matemática

Nesta seção apresenta-se um levantamento dos ambientes matemáticos que utilizam linguagens de marcação matemática, especialmente, com relação às funções que eles disponibilizam em relação à linguagem de marcação procedimental TeX e, principalmente, a linguagem de marcação descritiva MathML. A maior parte das informações apresentadas nessa seção foi pesquisada na página de implementações do MathML da W3C [MAT 2002] e diretamente nas páginas dos ambientes.

A tabela 4.1 descreve algumas características funcionais de alguns ambientes de matemática.

Tabela 4.1: Características funcionais de ambientes matemáticos (continua)

<b>Ambiente</b>	<b>Características</b>
<b>Maple</b>	- cliente/servidor - computação simbólica, numérica e gráfica - aceita MathML, TeX
<b>Mathematica</b>	- cliente/servidor e <i>Web</i> - computação simbólica, numérica e gráfica - aceita MathML, TeX
<b>Mathcad</b>	- cliente/servidor - computação numérica e gráfica - aceita MathML

Tabela 4.1: Características funcionais de ambientes matemáticos (continuação)

Ambiente	Características
I-mat	- <i>Web</i> - ambiente voltado para o ensino - aceita MathML

Os ambientes Mathematica, Maple e Mathcad são bem conhecidos e utilizados na comunidade acadêmica e de pesquisa. A incorporação da marcação MathML, em todos os ambientes, atesta que esse padrão está se tornando um ponto de integração para troca de dados matemáticos entre ambientes, sem a necessidade de conversão de formatos proprietários, assim como já acontecia com o TeX porém com as vantagens advindas das linguagens de marcação. O ambiente I-mat, embora não seja muito conhecido, é voltado basicamente para o ensino da matemática a distância, e foi referenciado nesta seção devido ao fato de utilizar objetos matemáticos MathML na *Web* através de *applets* Java, e por incorporar essa *applets* em ferramentas de comunicação via computador.

A seguir apresenta-se uma breve descrição sobre cada um dos ambientes e sobre características com relação a linguagens que eles utilizam.

#### 4.1.1 Maple

O Maple [WAT 2003] é um sistema de computação algébrica proprietário, que proporciona um ambiente matemático para a manipulação de expressões algébricas (simbólicas e numéricas), gráficas em 2D e 3D e programação. O Maple inclui características para trabalho com aritmética, integrais, frações, variáveis desconhecidas, polinômios e expressões gerais, resolução de equações, fatoração, derivadas, séries, integração definida e indefinida, resolução de equações diferenciais, operações com matrizes, gráficos entre outros.

As versões mais atualizadas do Maple permitem a utilização de linguagens de marcação. Para o padrão XML, o ambiente permite a publicação de resultados desenvolvidos em arquivos XML ou em páginas no formato HTML; para isso, oferece um pacote que inclui um programa de análise e formatação de documentos XML. Para o padrão MathML, a versão 7 do Maple suporta o padrão MathML 2.0 para marcações de conteúdo e de apresentação. O pacote MathML fornece e permite a importação e exportação de expressões MathML entre aplicativos e navegadores, bem como a exportação de documentos HTML usando MathML para representar a saída desses documentos. Para o TeX e outras linguagens como C e Fortran, há uma ferramenta denominada Standard Math Interactive, que exporta para essas linguagens trabalhos executados no Maple.

#### 4.1.2 Mathematica

O Mathematica [WOL 96] é um sistema genérico para computação técnica, desenvolvido pela Wolfram Research, que possui capacidade numérica, simbólica e gráfica. Esse sistema pode ser utilizado como uma ferramenta interativa de cálculo, ou como linguagem de programação, a fim de servir como plataforma para experimentação, modelagem e prototipação de algoritmos. O Mathematica possui ainda a capacidade de interagir com outros programas.

A versão 4.2 do Mathematica possui opções de formatos para salvar e importar arquivos em diferentes notações matemáticas. Dentre esses formatos destacam-se: TeX, HTML, HTML+MathML e XML+MathML.

A Wolfram desenvolveu o WebMathematica, que permite que os usuários executem e visualizem resultados diretamente nos navegadores da *Web*. Baseado na tecnologia de Java Servlet o WebMathematica permite a geração de índice dinâmico incorporando tecnologias tais como: Java *applets*, HTML e MathML. No site da Wolfram foi criado um espaço MathML denominado MathML Central (figura 4.1). Esse espaço permite a execução, conversão e validação de marcações MathML, e possui uma lista de funções matemáticas em marcação MathML.

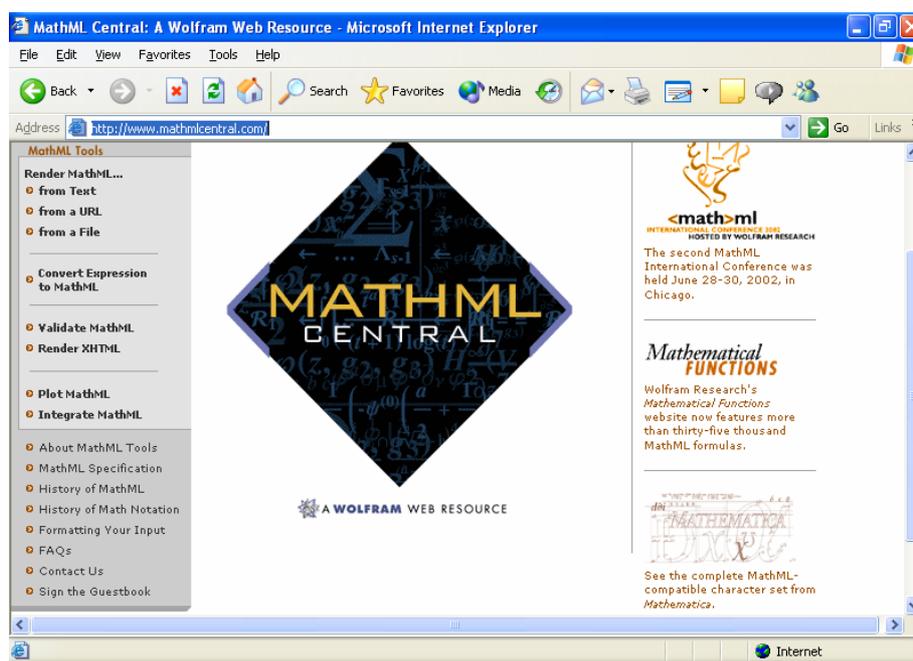


Figura 4.1: Central MathML da Wolfram Research

### 4.1.3 MathCad

O Mathcad [LAR 99] é um ambiente da MathSoft Engenharia & Instrução, Inc que possui capacidade de edição e resolução de cálculos, bem como de apresentação de gráficos em 2D e 3D. Possui uma interface de programação para descrição de funções e procedimentos que podem ser armazenados para uso posterior. O Mathcad pode operar diferentes ferramentas, tais como: Microsoft Office, Excel, Visio, AutoCAD, Axum, SmartSketch, VisSim, MATLAB e banco de dados, incluindo Microsoft Access e FoxPro.

Para avaliar expressões simbólicas, o MathCad usa a linguagem Maple para fazer cálculos simbólicos. Expressões matemáticas feitas no Word, por exemplo, podem ser manipuladas no MathCad.

A versão mais recente do MathCad, o MathCad 11 possui suporte a arquivos *Web*. Os arquivos podem ser salvos como documentos *Web*, incorporando marcações MathML de apresentação e conteúdo. As marcações podem ser vistas na *Web* usando-se um interpretador MathML, tipo TechExplorer ou Mathplayer. O MathCad também possui a opção de edição e cálculo de documentos MathML.

#### 4.1.4 I-mat

Ambiente de cursos a distância da LED/UFBA (Laboratório de Ensino a Distância /Universidade Federal da Bahia) baseado na *Web*, voltado para matemática. Esse ambiente possui ferramentas de interação que desenvolvem o trabalho de colaboração entre os alunos. Possui recursos para trabalhar com troca de objetos matemáticos em MathML, através de *applet* Java. Essa *applet* pode ser integrada a ferramentas presentes no ambiente, como numa ferramenta de bate-papo, por exemplo, e funciona da seguinte maneira, conforme Oliveira [OLI 2001]: a *applet* recebe os parâmetros de texto com uma sintaxe própria de formatação para gerar as visualizações de fórmulas dos demais objetos; a *applet*, por sua vez, envia um formulário que recebe o texto matemático no formato "text/MathML" e envia para o servidor, que, após passar o texto recebido por um conversor, renderiza uma imagem que então pode ser referenciada na tela da ferramenta.

## 4.2 Ferramentas para Matemática

Nesta seção apresenta-se um levantamento das ferramentas que utilizam linguagens de marcação matemática. Essas ferramentas geralmente são utilizadas para elaboração de textos em linguagem matemática, tradução para outras linguagens matemáticas, conversão para outros tipos de mídias, como som e imagem e há ferramentas que fazem a validação, interpretação e renderização - para a tela do computador ou para impressão - de documentos que as utilizam. A fim de facilitar a pesquisa dessas ferramentas, elas foram classificadas conforme a tarefa que executam. Assim, tem-se a seguinte classificação:

- editores de linguagens de marcação matemática;
- tradutores de linguagens de marcação matemática;
- conversores de linguagens de marcação matemática;
- interpretadores (*plugins*) de linguagem de marcação matemática.

### 4.2.1 Editores de Linguagens de Marcação Matemática

Os editores de linguagem matemática possibilitam a edição de fórmulas matemáticas. Geralmente possuem interface gráfica WYSWYG e textual além da opção de salvar os textos produzidos em vários formatos. Os editores LaTeX não estão descritos aqui, uma vez que foram citados no capítulo 3, na seção sobre a linguagem LaTeX.

Algumas características dos editores são apresentadas na tabela 4.2. Além das características que aparecem na tabela, cabe salientar que essas ferramentas trabalham de modo assíncrono e possuem modo de visualização gráfico.

Tabela 4.2: Características dos editores de linguagem de marcação matemática

(\* A marcação do Equation Editor é um padrão proprietário da Microsoft, não disponível. E o HTML só é utilizado para apresentação das fórmulas que são transformadas em imagens).

Editor	EzMath	MathMLed	MathType	Equation Editor	WebEQ
Características					
Serviço oferecido	Gratuito	Gratuito	Proprietário	Proprietário	Proprietário
Plataforma	<i>Standalone</i> (Windows)	<i>Web</i>	<i>Standalone</i> (Macintosh e Windows)	<i>Standalone</i> (Windows)	<i>Web</i>
Marcação aceita	MathML marcação do próprio EzMath	MathML + HTML	MathML MathML + HTML TeX e LaTeX	Imagem e HTML*	MathML WebTeX

O EzMath [RAG 98] é um editor visual que auxilia na conversão de notações matemáticas usuais para códigos com marcação – tanto códigos do próprio EzMath ou marcações MathML - e os prepara para inclusão em páginas da *Web*.

A notação do EzMath é inspirada na maneira como as expressões matemáticas são ditas em voz alta, juntamente com algumas abreviações de consistência. Por exemplo, a expressão  $x^y$  é dita da seguinte maneira "x elevado a y". O EzMath é uma ferramenta gratuita, porém seu código fonte não é aberto. A figura 4.2 apresenta a interface do EzMath. Nela pode-se ver a fórmula graficamente ou no modo de marcação.

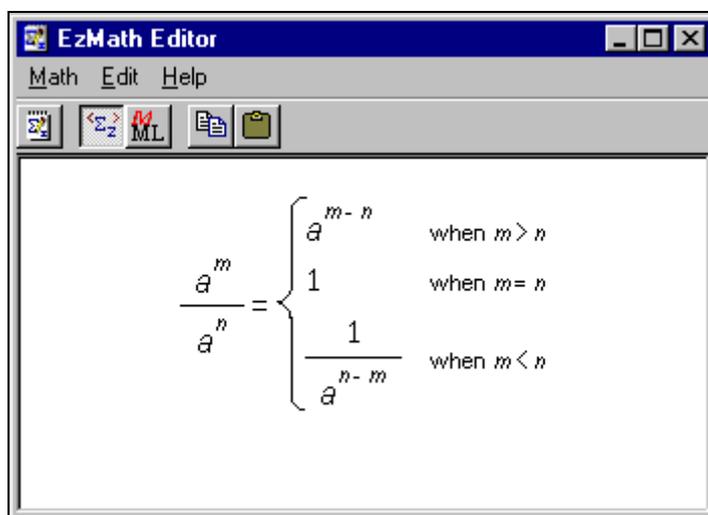


Figura 4.2: Interface do EzMath

O MathMLed [SWA 2001] é um editor experimental MathML onde as notações são editadas no modo gráfico e são salvas no formato MathML e XHTML. Esse editor é executado na *Web* através do navegador Mozilla 1.0, e foi desenvolvido em JavaScript e XUL. A figura 4.3 apresenta a interface desse editor na qual existe uma barra de ferramentas que apresenta todas as funções que podem ser editadas em MathML.

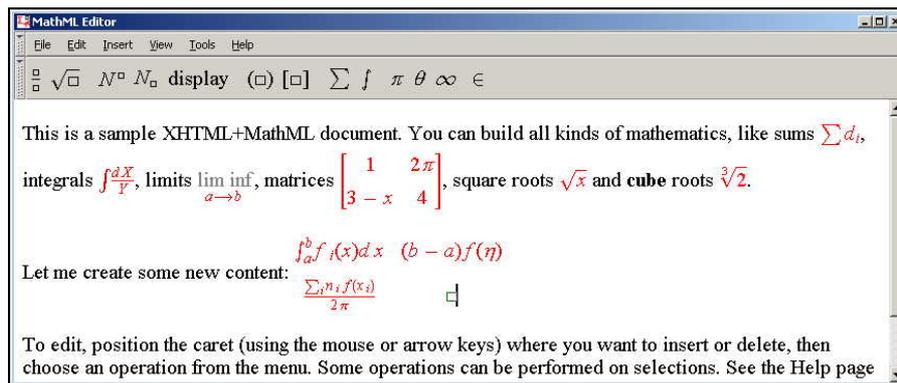


Figura 4.3: Interface do MathMLed

O editor MathType [MAT 96] é um dos produtos da Design Science que se oferece como uma ferramenta interativa para escrever formalismos matemáticos. Neste editor pode-se criar páginas *Web*, e salvar os formalismos matemáticos nos formatos TeX, LaTeX, e MathML. Sua interface é apresentada na figura 4.4 onde se pode notar que há uma barra de ferramentas com diversos símbolos matemáticos.

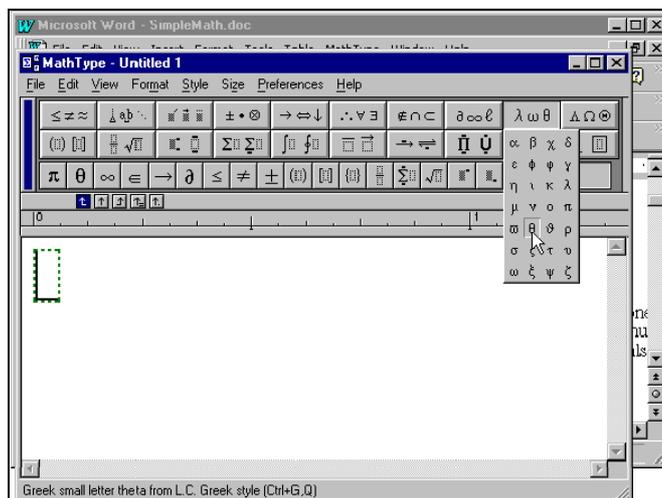


Figura 4.4: Interface do Mathtype

O Microsoft Equation Editor, embora não aceite marcações MathML ou LaTeX, permite que os documentos sejam salvos no formato HTML, sendo que os formalismos matemáticos nele editados são salvos como figuras. A figura 4.5 apresenta a barra de ferramentas e a tela de edição de fórmulas do Microsoft Equation Editor.

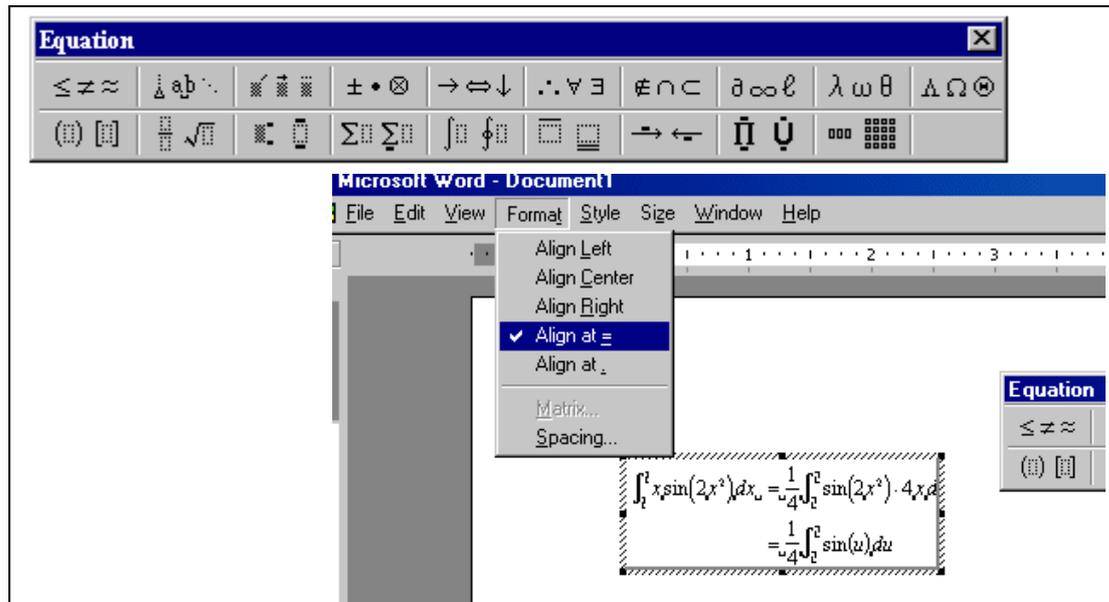


Figura 4.5: Interface do Microsoft Equation Editor

O WebEQ é um editor de equações *Web* da Design Science. Esse editor auxilia na escrita de equações em MathML (tanto marcações de conteúdo como de apresentação) e sua publicação nos navegadores *Web*. O WebEQ também possui uma linguagem própria chamada WebTeX (similar ao LaTeX), e suporta programação Java com documentação API e bibliotecas para outras aplicações MathML. Também pode salvar as equações em formatos JPEG e PNG. O WebEQ possui um módulo denominado Viewer Control que constrói uma *applet* Java com o conteúdo matemático feito no WebEQ, que pode ser apresentada em qualquer navegador *Web*. A figura 4.6 apresenta a Interface do WebEQ Editor.

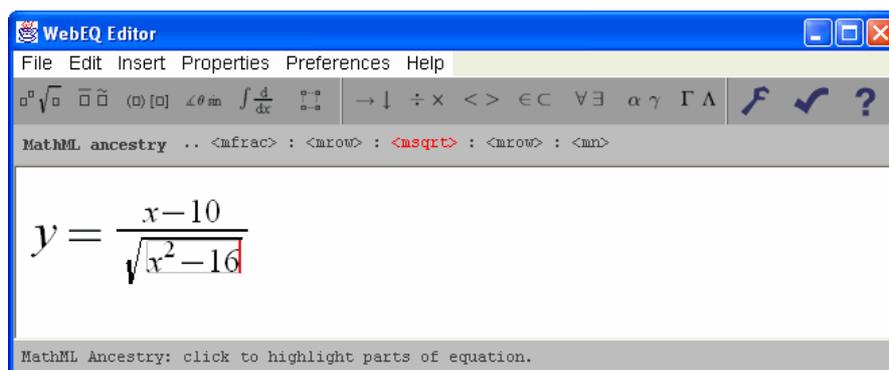


Figura 4.6: WebEq Editor da MathType

#### 4.2.2 Tradutores de Linguagens de Marcação Matemática

Os tradutores auxiliam a portabilidade de dados entre ambientes que utilizam linguagens de matemática. A seguir citam-se alguns dos mais conhecidos e utilizados.

Na tabela 4.4 verificam-se alguns tradutores TeX ou LaTeX para MathML. Ressalta-se que os ambientes de matemática citados na seção 3 também traduzem linguagens implicitamente ou possuem a capacidade de importar ou exportar diferentes tipos de linguagens, como é o caso do Mathematica.

Tabela 4.3: Características dos tradutores de linguagem matemática

Editor	IteX2mml	LaTeX2HTML	TeX4ht	TtM
Características				
Serviço oferecido	Gratuito	Gratuito	Gratuito	Gratuito
Plataforma	<i>Web</i> (Netscape e IE)	<i>Web</i>	<i>Standalone</i> (Unix e Windows)	<i>Web</i> (Linux e Windows)
Tradução	IteX (dialeto do LaTeX) para MathML e XHTML	LaTeX para MathML	TeX para HTML/XHTML	TeX para HTML+MathML

O IteX2mml [ITE 2002] da Mozilla traduz páginas *Web* que possuam o IteX (dialeto do TeX) para XHTML com MathML. Esse tradutor pode ser executado em navegadores Nestcape e Mozilla, e o código das fórmulas pode ser visualizado como texto ou exibido graficamente na tela do navegador *Web*. A figura 4.7 apresenta o exemplo de um código IteX e sua conversão para MathML.

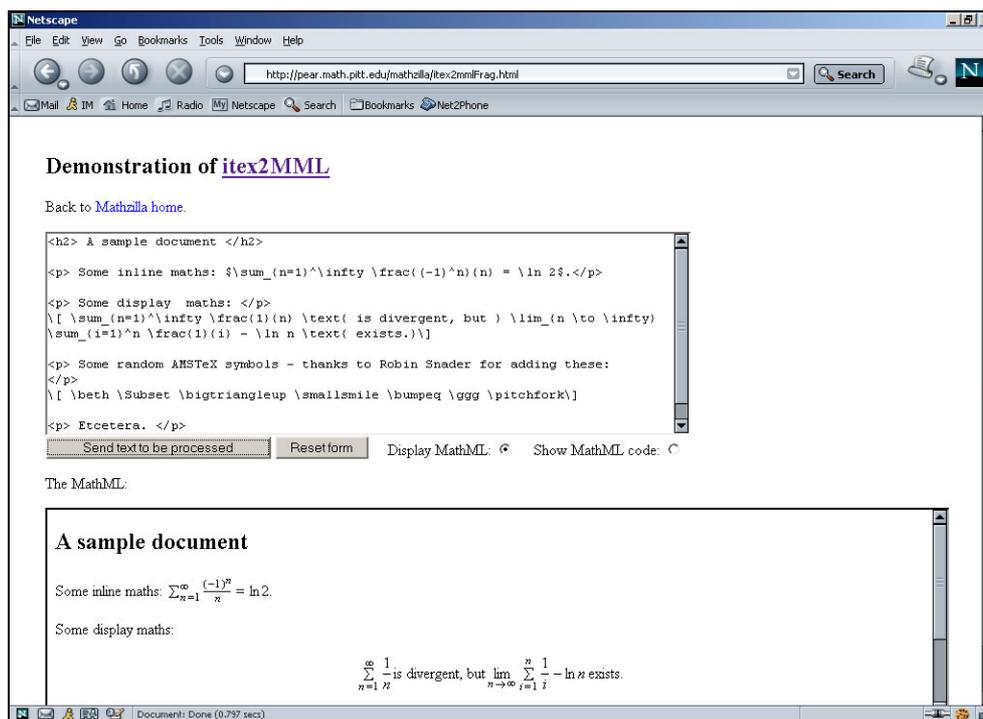


Figura 4.7: Interface IteX2MML no Netscape

O LaTeX2HTML [MOO 98] processa um documento escrito em notação LaTeX para um pacote com marcação WebTeX. Cada fórmula encontrada no documento é codificada em um espaço denominado “ambiente matemático”, o qual é indicado dentro do texto. Após essa codificação, é gerado o índice dos “ambientes matemáticos”, os quais são processados pelo *software* Wizard do WebEQ, que traduz esse documento para *applet* Java ou para marcações MathML. As *applets* e marcações, por sua vez, podem ser vistas nos navegadores *Web*.

O TeX4ht [EIT 2003] é um tradutor TEX/LaTeX para HTML/XHTML, que pode ser executado em diversas plataformas. O Tex4ht implementa vários arquivos de estilo para TeX/LaTeX, sendo que se pode optar por utilizar imagens (GIF, PNG ou JPEG) ou MathML para representar equações no arquivo gerado. Além disso, TeX4ht possui código livre. A figura 4.8 ilustra, em linhas gerais, o funcionamento do tradutor TeX4ht. O código do DVI gerado no TeX é traduzido pelo módulo tex4ht e gera arquivos do tipo HTML, IDV e LG. O arquivo .IDV contém todas as figuras que geram o arquivo HTML. O arquivo .LG é um script que contém a lista das figuras do arquivo .IDV. O t4ht é um interpretador que executa requisições feitas pelo script .LG. E gera arquivos com imagens .GIF e apresentação com folhas de estilo em CSS. Os arquivos gerados são integrados e formatados para HTML/XHTML.

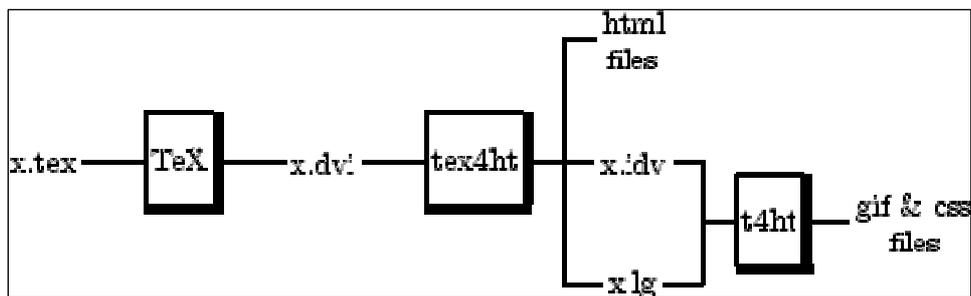


Figura 4.8: Funcionamento do tradutor TeX4ht

O TtM [TTM 2003] traduz TeX para HTML e MathML, e está disponível para plataformas Windows e Linux. As figuras 4.9 e 4.10 apresentam um exemplo do tradutor TtM numa versão disponível para *Web*. Na figura 4.9 editou-se um texto com fórmulas matemáticas no formato TeX, o qual, quando submetido retorna a página apresentada na figura 4.10. Esta página contém a visualização do código em MathML na tela do navegador *Web*, e ainda faz um breve diagnóstico de possíveis erros encontrados no campo de entrada.

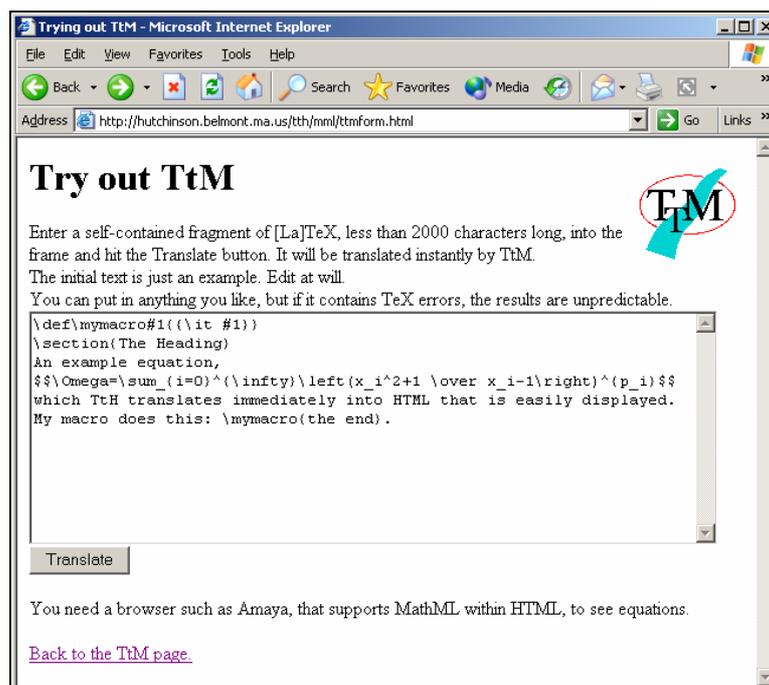


Figura 4.9: Interface de entrada de fórmulas TeX no tradutor TtM

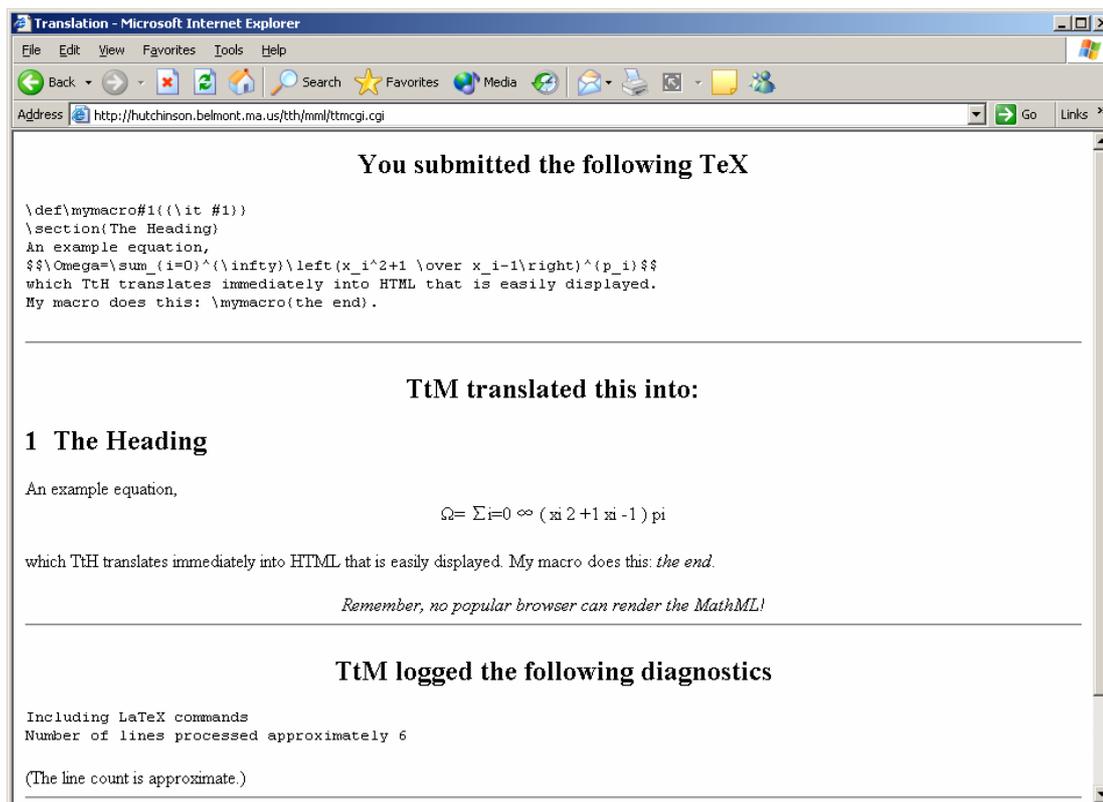


Figura 4.10: Resposta do exemplo da figura

### 4.2.3 Conversores de Linguagens de Marcação Matemática

Os conversores traduzem de uma linguagem de marcação para uma outra mídia (som, impressão) ou formato PDF, GIF, entre outros. A tabela 4.4 apresenta algumas características dos tradutores Context, JEuclid e BraMaNet referentes aos serviços oferecidos, plataformas e tipo de conversão feitas por eles.

Tabela 4.4: Características dos tradutores de linguagem matemática

Editor	Context	JEuclid	BraMaNet
Características			
Serviço oferecido	Gratuito	Gratuito	Gratuito
Plataforma	<i>Web</i> (Netscape e IE)	Componente do Apache(Unix)	<i>Standalone</i> (junto com os editores Word e MathType)
Conversão	TeX ou MathML para arquivos PDF ou DVI.	MathML para imagens GIF ou SVG.	marcações de apresentação MathML para o Braille Matemático Francês

Os conversores são muito importantes à medida que ampliam o número de saídas da linguagem de marcação, possibilitando aos usuários dessas linguagens uma maior facilidade e flexibilidade de transporem suas marcações para outras mídias e formatos.

O ConTeXt [PRA 2003] é um programa livre desenvolvido por Hans Hagen, que converte textos TeX e marcações de conteúdo MathML para PDF ou para arquivos DVI. Está disponível na *Web*. A figura 4.11 apresenta um exemplo de uma entrada em MathML com marcação de conteúdo e o arquivo PDF gerado a partir dessa entrada.

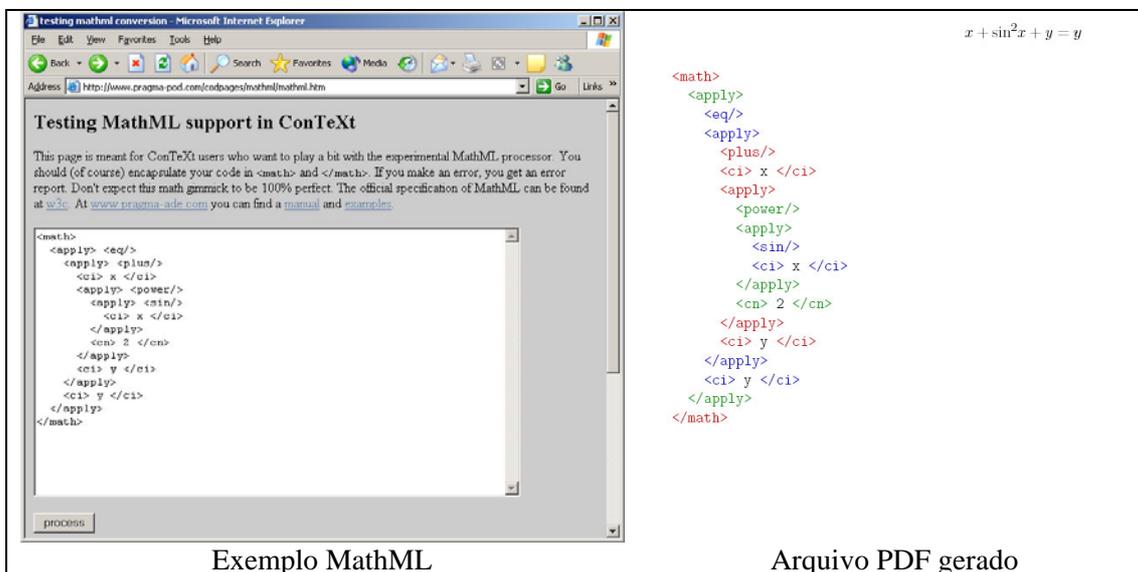


Figura 4.11: Exemplo de conversão MathML para PDF no Context

O Jeuclid [JEU 2003] é um componente do projeto Apache Cocoon. Esse componente converte documentos MathML para imagens GIF ou SVG. O usuário pode escrever o documento em MathML, e o componente cria as imagens GIF a partir do documento. O conversor SVG é usado para criar documentos PDF, entre outros. O Jeuclid é um componente livre e funciona somente no Apache.

O BraMaNet [BRA 2003] é uma folha de estilo XSL *Sheet* que converte marcação de apresentação MathML para Braille Matemático Francês. É um conversor livre que possui uma interface amigável, e pode ser utilizado juntamente com o MathType para traduzir documento Word para impressoras Braille. É executado em plataforma Windows.

#### 4.2.4 Interpretadores de Linguagem de Marcação Matemática

A visualização do conteúdo de páginas na *Web* requer um navegador que interprete e mostre MathML graficamente na tela. Atualmente, somente o Netscape, Mozilla e Amaya podem apresentar MathML diretamente na tela do navegador. Contudo, há alguns pacotes (*plugins*) que interpretam marcações MathML para serem visualizadas nos navegadores. Dentre eles o MathPlayer, da Design Science, para o navegador Internet Explorer e o TechExplorer, para o navegador Netscape e Internet Explorer.

A tabela 4.5 apresenta algumas características dos interpretadores MathPlayer e TechExplorer referentes aos serviços oferecidos, plataformas e tipo de interpretação que eles fazem.

Tabela 4.5: Características dos interpretadores de linguagens de marcação matemática

Editor	MathPlayer	TechExplorer
Características		
Serviço oferecido	Gratuito	Proprietário
Plataforma	<i>Web</i> (Somente Internet Explorer )	<i>Web</i> (Internet Explorer e Netscape)
Interpretação de imagens na <i>Web</i>	MathML e WebTeX	MathML e TeX

O interpretador MathPlayer [MAT 96] é uma ferramenta da Design Science que permite a visualização e a impressão de notação matemática em formato MathML no navegador Internet Explorer a partir da versão 5.5. Quando alguém visita uma página na *Web* que contenha marcações MathML, o MathPlayer, instalado no IE, interpreta as *tags* MathML contidas no documento HTML e as exibe na tela do navegador. Dentre as principais características do MathPlayer, destacam-se:

- trabalha somente no IE a partir da versão 5.5;
- suporta elementos de apresentação e conteúdo para MathML 2.0;
- suporta cópias de equações MathML que podem ser coladas em qualquer aplicação (editores, ambientes de matemática) que manipule marcações MathML;
- foi escrito em C++, e apresenta mais de 1000 equações em segundos;
- fornece suporte à manipulação de páginas dinâmicas;
- é um *plugin* gratuito.

Para que o MathPlayer possa interpretar páginas *Web* que contenham elementos MathML, é necessário que elas sejam confeccionadas através do elemento `<OBJECT>` ou através do elemento `<maction>`.

O elemento `<OBJECT>` faz parte da lista de tags do HTML. Um exemplo de código com marcações MathML que utilize o elemento `<OBJECT>` é apresentado na tabela 4.6. Essa tabela descreve e comenta as *tags* necessárias para que o MathPlayer possa interpretar corretamente as marcações MathML.

Tabela 4.6: Código para MathPlayer com `<OBJECT>` (continua)

Código fonte de uma página <i>Web</i>	Descrição
<code>&lt;HTML XMLNS:</code> <code>m="http://www.w3.org/1998/Math/MathML"&gt;</code>	O Atributo "m", na tag HTML, estabelece que qualquer elemento no documento prefixado com a letra "m" refere-se ao MathML 2.0

Tabela 4.6: Código para MathPlayer com &lt;OBJECT&gt; (continuação)

Código fonte de uma página Web	Descrição
<pre> &lt;HEAD&gt;   &lt;OBJECT     ID=MathPlayer     CLASSID="clsid:32F66A20-7614- 11D4-BD11- 00104BD3F987" &gt;   &lt;/OBJECT&gt;   &lt;?IMPORT NAMESPACE="m"     IMPLEMENTATION="#MathPlayer" ?&gt; &lt;/HEAD&gt; </pre>	<p>No elemento HEAD:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O elemento OBJECT anexa o ID do MathPlayer ao software Mathplayer. O atributo CLASSID apresenta ao IE (via o Registro do Windows) onde o MathPlayer é instalado no local do computador.</li> </ul> <p>A instrução de processamento IMPORT diz que o elemento cujo namespace é indicado pelo prefixo "m" é para ser mostrado utilizando o software cujo ID é o MathPlayer.</p>
<pre> ... &lt;p&gt;Here is some math:   &lt;m:math&gt;     &lt;m:msup&gt;       &lt;m:mi&gt;x&lt;/m:mi&gt;       &lt;m:mn&gt;2&lt;/m:mn&gt;     &lt;/m:msup&gt;     &lt;m:mo&gt;+&lt;/m:mo&gt;     &lt;m:mn&gt;9&lt;/m:mn&gt;     &lt;m:mi&gt;x&lt;/m:mi&gt;     &lt;m:mo&gt;+&lt;/m:mo&gt;     &lt;m:mn&gt;9&lt;/m:mn&gt;     &lt;m:mo&gt;=&lt;/m:mo&gt;     &lt;m:mn&gt;0&lt;/m:mn&gt;   &lt;/m:math&gt; &lt;/p&gt; </pre>	<p>O Internet Explorer requer que o MathML (ou qualquer outro fragmento XML) que faça parte do documento HTML tenha cada nome do elemento precedido por um prefixo namespace, que neste caso, é m.</p>

O elemento <maction> faz parte da lista de elementos de apresentação do MathML. Sua função é prover uma maneira de adicionar interativamente uma expressão na equação MathML. O MathML somente especifica a sintaxe geral para o elemento <maction>, e deixa que cada aplicação MathML defina a espécie particular de interatividade que o elemento deve suportar. No MathPlayer este elemento permite interatividade de tipos simples ou interatividades mais complicadas, como por exemplo, a combinação de MathML e *scripts* em páginas Web. Isso permite que se adicionem botões, texto de entrada, *links* e outros elementos que mudam o modo de interagir com a notação matemática na página.

O interpretador IBM TechExplorer Hypermedia Browser [IBM 2003] reúne as funções de um *plugin Web*, de um controle ActiveX e de um componente de comportamento do I.E. 5.5 que formata e apresenta dinamicamente documentos que contenham expressões matemáticas e científicas codificadas em linguagens de marcação TeX, LaTeX e MathML. Há duas edições do TechExplorer. A edição introdutória (Introductory Edition) que aceita TeX, LaTeX e MathML (*tags* de apresentação e de conteúdo), e a edição profissional (Professional Edition), que aceita controles ActiveX para integrar o IE a outras aplicações do tipo Microsoft PowerPoint, Word e Excel, suporta os componentes de comportamento do I.E 5.5 incluindo script DOM, e possui conectividade com o ambiente Mathematica, entre outros.

A fim de visualizar notações matemáticas no navegador IE 5.5, o TechExplorer provê um mecanismo onde os componentes podem ser encapsulados em funcionalidades específicas ou comportamentos específicos nas páginas *Web*. Esses elementos de comportamento são inseridos na *tag* <OBJECT> do HTML e permitem ao TechExplorer interpretar os elementos MathML. O resultado é a integração do MathML e do HTML nos documentos do navegador *Web*. Veja o exemplo (figura 4.12):

```
<HTML xmlns:mml>
<OBJECT ID="mmlFactory" CLASSID="clsid:0E76D59A-C088-
11D4-9920-002035EFB1A4"></OBJECT>
<?IMPORT namespace="mml" implementation="#mmlFactory" />
<BODY>
This is a simple
<mml:math>
  <mml:mrow>
    <mml:mi>f</mml:mi>
    <mml:mo>&equals;</mml:mo>
    <mml:mfrac>
      <mml:mi>a</mml:mi>
      <mml:mi>b</mml:mi>
    </mml:mfrac>
  </mml:mrow>
</mml:math>
equation.
```

Figura 4.12: Exemplo de um documento MathML em TechExplorer

Esse exemplo é apresentado da seguinte forma (figura 4.13) no navegador Internet Explorer 5.5.

This is a simple  $f = \frac{a}{b}$  equation.

Figura 4.13: Exemplo visualizado no Internet Explorer

Como pode-se notar tanto o TechExplorer quanto o MathPlayer utilizam a *tag* <OBJECT> do HTML para executar suas interpretações.

### 4.3 Considerações Finais

Este capítulo caracterizou os ambientes e ferramentas que estão utilizando linguagens de marcação matemática. Esses aplicativos dão respaldo as linguagens de marcação descritas no capítulo 3 e garantem a conversão, tradução e editoração dessas linguagens, em especial o LaTeX e o MathML. A seguir são citadas algumas constatações feitas a partir desse estudo:

- a maioria dos ambientes matemáticos inclui a manipulação de marcações MathML em suas aplicações ou a importam, embora continuem usando marcações proprietárias, como é o caso do Maple;
- o ambiente Mathematica, muito utilizado em ambientes de pesquisa e educação, fez uma parceria com a W3C e incorporou no seu site a Central MathML; portanto, o MathML realmente está se tornando um padrão entre essas aplicações, e já vem sendo utilizado em ambientes de ensino como o I-Mat. Isso garante a portabilidade de dados entre aplicações e reafirma a confecção de uma ferramenta que utilize uma linguagem padrão como o MathML.

- os ambientes matemáticos, com exceção do I-mat, possuem somente opções de trabalho assíncrono;
- existem suficientes ferramentas livres para conversão, tradução e edição que suportam e garantem o padrão MathML na comunidade matemática, bem como para o padrão TeX;
- o padrão TeX é bastante limitado em termos de suporte para notação na *Web*, com exceção feita ao TechExplorer que pode interpretá-lo nos navegadores.

Conforme [FRO 2003], “um ano após a publicação do MathML 2.0, muitas aplicações foram desenvolvidas para suportá-lo”. Navegadores *Web* e editores, em particular, o que indica que o MathML se tornou um padrão de fato para matemática *online*.

O próximo capítulo apresenta a modelagem da protótipo ChatMath tendo por base os capítulos 2, 3 e 4 e o objetivo exposto no capítulo 1, bem como a implementação e a interface do protótipo.

## 5 CHATMATH

Este capítulo apresenta os requisitos, a especificação, o projeto de interface, a implementação e o estado da arte da ferramenta ChatMath.

### 5.1 Requisitos para o Desenvolvimento do Protótipo

A partir da motivação, dos objetivos expostos na introdução deste trabalho e das prospecções apresentadas nos capítulos 2, 3 e 4, foram definidos os seguintes requisitos para o desenvolvimento do ChatMath:

- possuir características CMC, mais especificamente, de uma ferramenta de bate-papo que possua as funções mínimas descritas no capítulo 2, assim como funções de gerência de salas e de *logs* das salas em uma base de dados;
- executar na *Web*, ou seja, ter utilização possível em qualquer lugar que disponha de computador com navegador *Web* conectado à Internet ;
- possibilitar a entrada de formalismos matemáticos em LaTeX que serão traduzidos para elementos de apresentação do MathML, os quais serão renderizados nos navegadores *Web*;
- armazenar arquivos no formato MathML e LaTeX (*logs*), a fim de facilitar a integração de dados entre ambientes que utilizem esses padrões;
- possibilitar a integração do tradutor LaTeX-MathML em outras ferramentas CMC que possuam códigos abertos e que atendam aos pré-requisitos de integração da ferramenta.

### 5.2 Especificação

O ChatMath está dividido em dois módulos: módulo de bate-papo e módulo tratamento de formalismos matemáticos, figura 5.1. Esses módulos foram especificados a partir da utilização de algumas ferramentas de Análise Estruturada, conforme a notação de Yourdon [YOU 90], e das ferramentas de orientação a objetos, conforme a notação de Melo [MEL 2002]. O detalhamento da especificação desses módulos é apresentado a seguir.

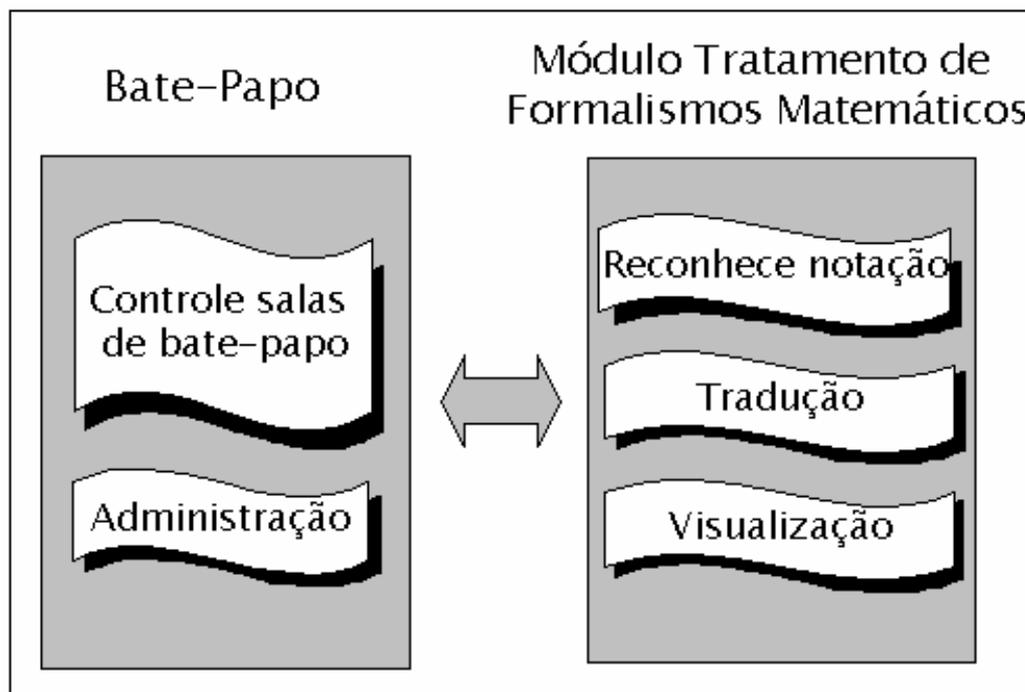


Figura 5.1: Módulos da ferramenta ChatMath

### 5.2.1 Especificação do Módulo Bate-Papo

As funcionalidades básicas do módulo bate-papo se dividem em:

- controle de salas de bate-papo: possibilita a entrada na sala e o envio de mensagens com formalismos matemáticos em LaTeX para o módulo de tratamento de formalismos matemáticos, bem como a visualização dessas mensagens na tela do computador. Esse controle também inclui o controle do armazenamento dessas mensagens na tabela de *logs*. Essa funcionalidade permite todas as ações referentes às salas de bate-papo, tais como: adição do remetente e destinatário na mensagem e controle dos nomes dos usuários que entraram ou saíram da sala;
- Administração: acessada somente pelo administrador, essa funcionalidade permite o bloqueio de usuários das salas bate-papo e gerência de *logs*. O administrador é responsável por disponibilizar a visualização desses *logs* para os demais participantes das salas de bate-papo. A ele também cabe incluir/excluir salas de bate-papo e enviar mensagens de alerta para as salas.

Para melhor visualizar a interação entre o módulo bate-papo e os usuários da sala, o administrador e o módulo de tratamento de formalismos matemáticos, confeccionou-se o diagrama contextual do módulo bate-papo (figura 5.2). Nesta figura pode-se observar o caráter modular da ferramenta, pois o módulo de tratamento de formalismos matemáticos recebe somente o fluxo de entrada `texto_com_LaTeX` e retorna os fluxos de dados `texto_com_MathML_para_visualização` e os arquivos `para_logs` para o módulo bate-papo. Isso garante a independência do módulo de tratamento de formalismos matemáticos em relação ao bate-papo.

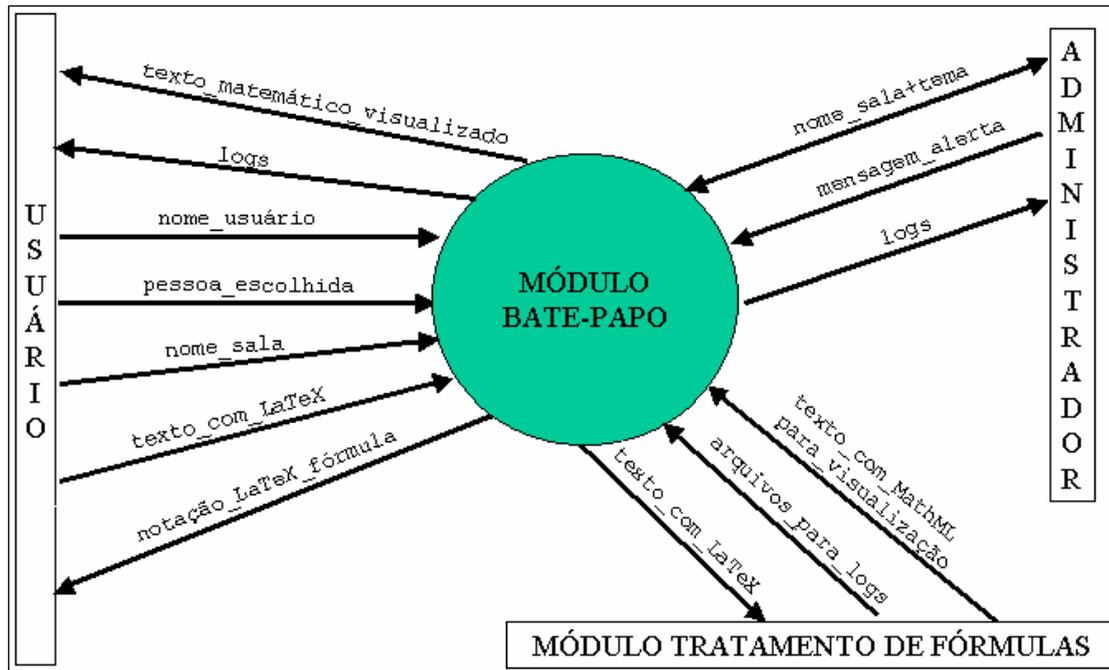


Figura 5.2: Diagrama Contextual do Módulo Bate-Papo

O dicionário de dados com o detalhamento dos fluxos de dados apresentados na figura 5.2 está detalhado no Anexo B. O diagrama contextual e o dicionário de dados possibilitaram uma visão geral dos dados do protótipo e auxiliaram na identificação de algumas tabelas que deveriam estar presentes no módulo de bate-papo, as quais são descritas a seguir:

- tabela de usuários - com os campos código, nome ou apelido do usuário;
- tabela de salas - com os campos código da sala, nome e tema da sala;
- tabela de *logs* em notação LaTeX, em MathML textual e em MathML para visualização - com os campos de código, remetente, destinatário e textos com notação LaTeX, MathML e MathML, respectivamente.

Essas tabelas serão detalhadas na seção de implementação do módulo bate-papo.

Cabe salientar que as funcionalidades deste módulo não foram detalhadas, pois foi decidido utilizar o código livre e aberto de uma ferramenta já existente, a fim de concentrar esforço no desenvolvimento do módulo de tratamento de formalismos matemáticos, e também com o intuito de reaproveitar códigos já existentes sobre esse tipo de ferramenta. No entanto, as especificações aqui descritas foram utilizadas como critérios para escolha desse código.

### 5.2.2 Especificação do Módulo Tratamento de Formalismos Matemáticos

O módulo tratamento de formalismos matemáticos traduz as expressões matemáticas de LaTeX para MathML. O participante do bate-papo escreve suas expressões matemáticas em notação LaTeX, as quais são traduzidas para marcações MathML, e visualizadas na tela do bate-papo. Os principais processos presentes nesse módulo são:

- análise da entrada (texto e notação LaTeX);
- tradução da notação LaTeX para marcações de apresentação MathML;

- preparação do arquivo de saída, já em notação MathML, para ser visualizado no navegador;
- armazenamento de *logs* no formato MathML e LaTeX;
- retorno do arquivo com equações MathML para visualização no navegador.

Optou-se por utilizar a modelagem orientada a objetos para o processo de tradução LaTeX-MathML, a fim de estruturar melhor as classes que compõem o tradutor, facilitar o reaproveitamento dessa estrutura em outras ferramentas, e facilitar acoplamento de futuras classes no próprio protótipo. Os demais processos foram desenvolvidos conforme o modelo procedimental. Para melhor visualizar como esses processos irão interagir entre si, foi elaborado um modelo funcional, mais precisamente um Diagrama de Fluxo de dados, que está apresentado na figura 5.3. Segundo esse diagrama, o processo “Analisar Entrada” separa o que é texto do que é fórmula LaTeX, e envia o texto\_com\_LaTeX para o depósito arquivo\_LaTeX, e o texto puro para ser armazenado no depósito texto. Para cada fórmula LaTeX, o processo “Tradutor LaTeX – MathML” traduz a formula\_LaTeX para formula\_MathML, a qual é enviada para o processo “Preparar Arquivo MathML”, que é organizado juntamente com o texto para o formato final que será apresentado no navegador. O processo “Preparar Arquivo MathML” envia tanto o arquivo que será armazenado no *log* do ChatMath como o texto\_com\_MathML para ser visualizado no navegador.

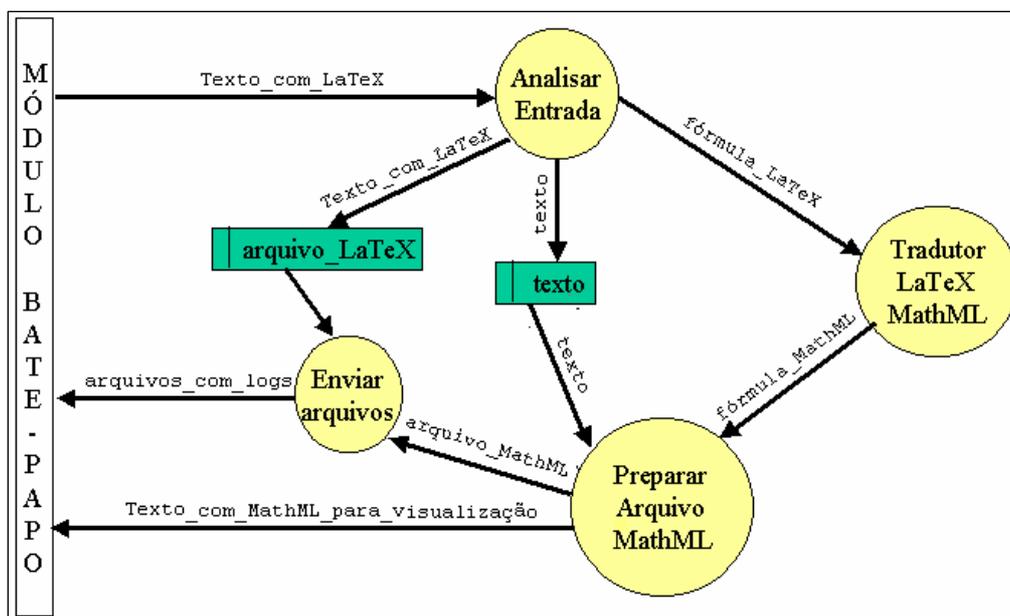


Figura 5.3: DFD Simplificado do Módulo Tratamento de Formalismos matemáticos

Para fins de manipulação dos formalismos matemáticos em LaTeX na tela do computador, foi adicionada uma função de visualização do texto em LaTeX. Isso permite que o usuário do bate-papo possa manipular dados em LaTeX depois de eles terem sido traduzidos para MathML.

A notação LaTeX é formada basicamente por três tipos de notação, conforme mostra a tabela 5.1. O símbolo \$ (dólar) delimita os formalismos matemáticos do LaTeX.

Tabela 5.1: Notação LaTeX

Tipo de notação	Exemplo notação LaTeX	Descrição da notação
Notação formada apenas por um termo após o comando	<p>Maioria dos símbolos tipo alfabeto grego, símbolos de operação binária, símbolos relacionais, entre outros</p> <p>Raiz quadrada de dois</p> $\sqrt{2}$	$\sqrt{\quad}$ - comando $\{2\}$ - único termos após o comando
Notação formada por dois termos após o comando	<p>A fração um meio</p> $\frac{1}{2}$	$\frac{\quad}{\quad}$ - comando $\{1\}$ - primeiro termo $\{2\}$ - segundo termo
Notação para comandos independentes, isto é, que não possuem termos	<p>São a maioria</p> <p>Números - <math>123</math></p> <p>Letras do alfabeto- <math>a</math></p> <p>Operadores aritméticos <math>a+b</math></p>	

Há outros tipos de notação que não estão citados na tabela, pois são exceções aos tipos mostrados e devem ser tratados separadamente. Dentre eles tem-se:

- os parênteses, que em notação LaTeX, são denotados como  $(\dots)$ ;
- os comandos para subscrito e sobrescrito, que dependem do termo anterior ao comando para formarem a notação. Ex.:  $x^2$ , que denota  $x^2$ .

A tradução da notação LaTeX fica relativamente fácil a partir da classificação feita na tabela 5.1. A tabela 5.2 mostra como são traduzidas algumas marcações MathML, conforme o tipo de notação LaTeX. Apesar de a notação MathML utilizar *tags* para inserir os termos, ela também possui o mesmo número de termos para cada notação. Portanto, para a maioria dos comandos, sabendo-se o tipo do comando e o número de termos, pode-se traduzir para MathML.

Tabela 5.2: Exemplos de notação LaTeX e MathML

Tipo de notação	LaTeX	Tradução para o elemento de apresentação MathML
Notação formada apenas por um termo após o comando	$\sqrt{2}$	$\langle msqrt \rangle$ $\langle mn \rangle 2 \langle /mn \rangle$ $\langle /msqrt \rangle$
Notação formada por dois termos após o comando	$\frac{1}{2}$	$\langle mfrac \rangle$ $\langle mn \rangle 1 \langle /mn \rangle$ $\langle mn \rangle 2 \langle /mn \rangle$ $\langle /mfrac \rangle$
Notação para comandos independentes, isto é, que não possuem termos associados	$a+b$	$\langle mrow \rangle$ $\langle mi \rangle a \langle /mi \rangle$ $\langle mo \rangle + \langle /mo \rangle$ $\langle mi \rangle b \langle /mi \rangle$ $\langle /mrow \rangle$

A marcação de apresentação MathML (Anexo C) possui algumas peculiaridades:

- o elemento  $\langle mi \rangle$  indica que o seu conteúdo deve ser mostrado como identificador;
- O elemento  $\langle mn \rangle$  indica que seu conteúdo deve ser mostrado como número;

- O elemento `<mo>` indica que o seu conteúdo deve aparecer como um operador. Como exemplos de operadores, temos as operações aritméticas, binárias, somatórios, produtos e símbolos matemáticos, tais como letras gregas;
- O elemento `<mrow>` posiciona os elementos das *tags* que o contém numa linha horizontal. Ele é útil para agrupar *tags* em unidades simples;
- Outros elementos do tipo `<mfrac>` e `<msqrt>` são específicos para algumas funções. Neste caso `<mfrac>` para fração e `<msqrt>` para raiz quadrada.

Esses foram os elementos MathML mais utilizados para tradução dos principais comandos LaTeX deste protótipo

A partir dessas constatações foi possível construir as classes para o processo "Tradutor LaTeX-MathML" (figura 5.4). A partir da tabela 5.2, foram criadas três classes para cada um dos tipos de notação descritos. A figura 5.4 mostra o diagrama de classes do processo "Tradutor LaTeX-MathML", isto é, o modelo estrutural do processo. A classe `ExpressaoUmTermo` se refere a elementos LaTeX que possuem um único termo após o comando LaTeX. A ela foi agregada a subclasse `ExpressaoDoisTermos`, referente aos elementos LaTeX que possuem dois termos após o comando. A classe de `ExpressaoIndependente` se refere aos demais símbolos, comandos e notações, conforme descrito na tabela 5.2. À medida que são inseridos novos comandos LaTeX, verifica-se a que tipo de classe eles pertencem. Caso sejam necessárias novas propriedades ou procedimentos, então novas subclasses são criadas. Essas subclasses herdam os procedimentos e atributos da classe anterior. Para as demais notações às quais se refere à tabela 5.2, são criadas classes que herdam atributos e métodos da classe `ListaExpressoes` quando é necessário.

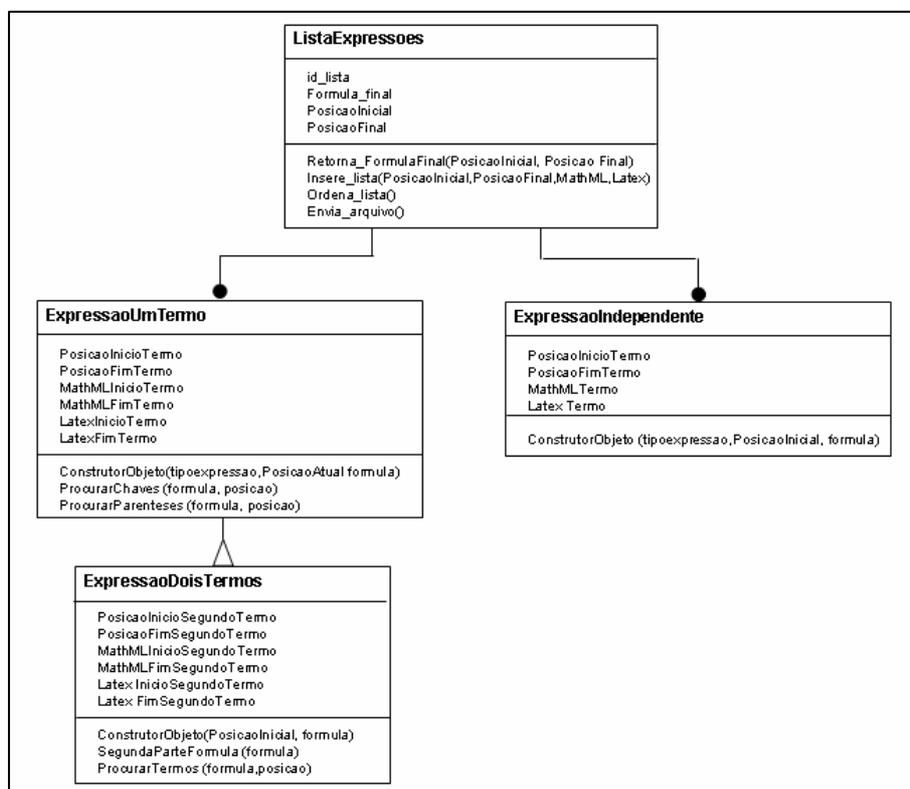


Figura 5.4: Diagrama de Classes do módulo Tratamento de Formalismos Matemáticos

A classe `ListaExpressões` armazena todos os objetos criados e os organiza ao final da análise para formar o arquivo com todos os elementos já traduzidos para MathML. O Anexo D descreve melhor os atributos e procedimentos presentes em cada uma das classes da figura 5.4.

A figura 5.5 exibe um modelo dinâmico do processo de "Tradutor LaTeX-MathML", neste caso, para a classe `ExpressaoUmTermo`. Ao iniciar a análise da notação LaTeX, a `ListaExpressoes` é instanciada. Para cada entrada LaTeX (no caso, formalismos matemáticos que possuem um termo), é chamado o construtor do objetos a ser instanciado, o qual, depois de traduzido para MathML, é inserido no objeto `ListaExpressoes`. Este último objeto retorna a fórmula LaTeX com o texto já traduzido. E isso acontece sucessivamente até que termine toda a entrada LaTeX, e então a `ListaExpressoes` é organizada conforme a ordem original do texto em LaTeX.

Os mesmo diagrama de eventos é utilizado para as demais classes, (`ExpressaoDoisTermos`, `ExpressaoIndependente`), trocando-se somente a terceira coluna da figura 5.5 pela classe correspondente ao tipo de notação a ser traduzida.

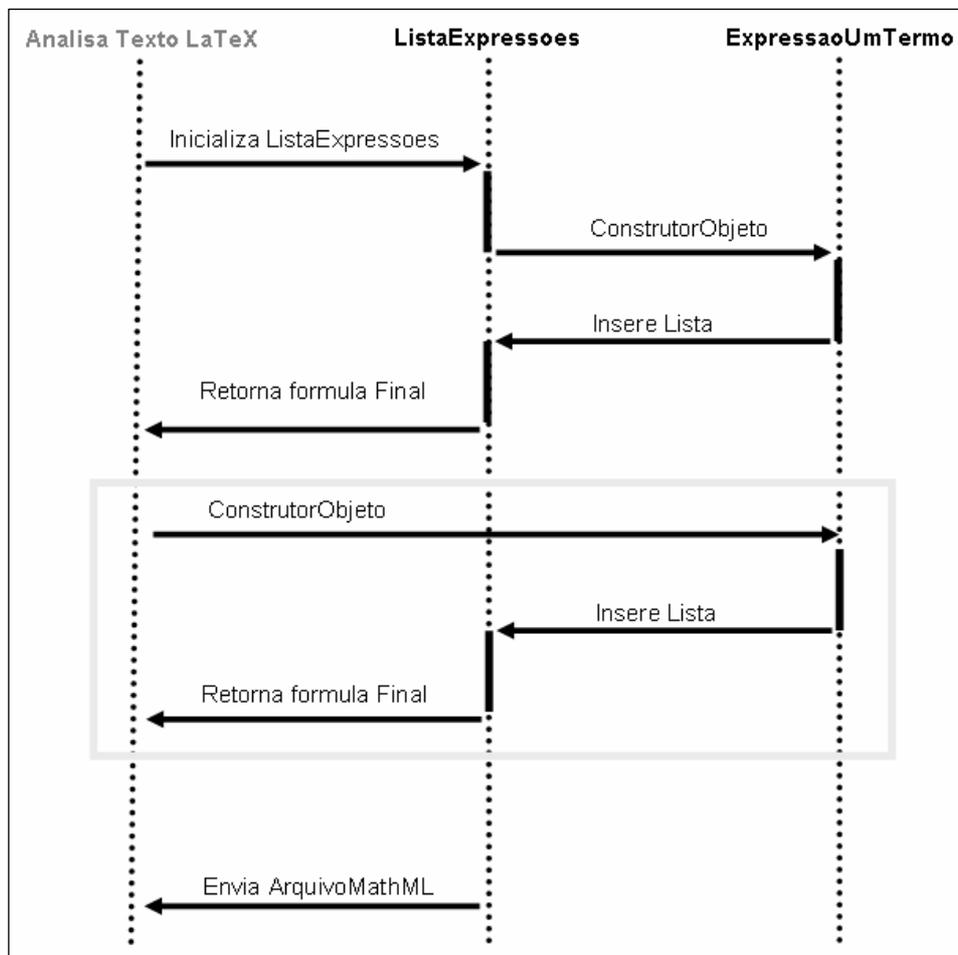


Figura 5.5: Diagrama de Eventos do processo de tradução LaTeX - MathML para classe `ExpressaoUmTermo`

A partir da análise e da tradução dos formalismos matemáticos LaTeX para MathML os arquivos com texto LaTeX e texto MathML são preparados para serem enviados para o módulo de bate-papo.

## 5.3 Projeto de Interface

O projeto de interface do ChatMath foi elaborado a partir do ciclo de vida do projeto com usabilidade apresentado por Winckler [WIN 2002], o qual diz que o projeto "inicia-se com identificação de usuários, tarefas e requisitos para aplicação. Tais requisitos são utilizados como entrada para a construção de um protótipo, que, em seguida, é avaliado com relação a sua usabilidade." Seguindo essa proposta, foi feita, inicialmente, a identificação dos usuários dentro do contexto de aplicação do protótipo. E a partir dos requisitos do ChatMath e das análises feitas sobre as funcionalidades e interfaces de editores de matemática e de ferramentas de bate-papo, foram identificadas as tarefas dos usuários desse tipo de aplicação. De porte desses dados, elaborou-se a interface do ChatMath. A avaliação do protótipo, por sua vez, foi aplicada às turmas da disciplina de Métodos Computacionais da faculdade de Ciência da Computação da PUCRS, e está descrita no capítulo 6.

### 5.3.1 Perfil do Usuário

O ChatMath foi projetado para trabalhar com formalismos matemáticos a partir de entradas em marcação LaTeX. As necessidades e expectativas dos potenciais usuários foram levantadas informalmente, dentro do contexto educacional da PUCRS. Para nortear esse perfil, foram utilizadas algumas perguntas do questionário para conhecimento do usuário, adaptado de Dias [DIA 2002], as quais foram respondidas pelo projetista, juntamente com o professor da área de matemática. A lista a seguir apresenta as perguntas e respostas desse questionário.

- Há alguma estimativa de quantidade de usuários que podem ser atendidos pelo ChatMath? Entre 40 a 60 usuários, geralmente o número médio de uma ou duas turmas.
- Qual a faixa etária dos usuários? Estima-se que, entre professores e alunos, o *software* será utilizado por uma faixa etária entre os 17 e 50 anos.
- Qual a experiência específica na tarefa? Os estudantes e professores em geral possuem alguma experiência com ferramentas de bate-papo e com a *Web*, mas apenas alguns têm experiência em edição de formalismos matemáticos.
- Há tipos diferentes de usuários do ChatMath ou seu público-alvo é homogêneo? Sim, há tipos diferentes de usuários. A partir das conversas informais, identificaram-se pelo menos os seguintes tipos de usuários: aqueles que não sabem que não sabem LaTeX; aqueles que sabem que não sabem LaTeX; aqueles que sabem que sabem LaTeX e aqueles que não sabem que sabem LaTeX. Todos eles, no entanto, possuem experiência na utilização de chats (*Web* ou não).
- Para que nível de escolaridade foi projetado este *software*? O *software* foi projetado para acadêmicos (professores, alunos) que necessitem do LaTeX ou já o utilizam LaTeX em suas tarefas.
- Qual a atitude dos usuários típicos em relação à tecnologia? Os usuários típicos estão adaptados à tecnologia, pois estão acostumados a utilizar chats, aplicativos matemáticos e a *Web* nos laboratórios da faculdade.

- Dentre os usuários do público-alvo, há uma porcentagem relevante de novatos na utilização de interfaces *Web*? Não. A maioria, porém, não domina a marcação LaTeX.
- O *software* atinge pessoas com deficiência mental e física? A princípio, não.

A partir do questionário verificou-se que o projeto de interface deveria ter um cuidado especial com as tarefas relacionadas à entrada de dados em LaTeX, já que os usuários possuem um conhecimento da tecnologia. O ChatMath possui um módulo administrador, com acesso restrito, e o módulo do bate-papo propriamente dito. Portanto, há dois papéis de usuário para o ChatMath: o usuário\_administrador, responsável pelo gerenciamento de salas e dos alunos; o usuário\_ChatMath, que interage no bate-papo propriamente dito.

### 5.3.2 Requisitos e Tarefas

O levantamento de requisitos sobre as tarefas do ChatMath foram delineados a partir do objetivo proposto no projeto e dos requisitos do protótipo, juntamente com a análise funcional e de interface feita sobre as ferramentas de bate-papo apresentadas no capítulo 2, incluindo o ChatRomano e dos editores de matemática apresentados no capítulo 4. A tabela 5.3 apresenta algumas características funcionais e de interface desses aplicativos, que auxiliaram na condução da análise das tarefas.

Tabela 5.3: Características de aplicativos

Aplicativos	Características funcionais e de interface
Ferramentas de Bate-papo	Possuem uma interface típica, com os seguintes objetos: área de visualização de mensagens já enviadas, área com nomes dos usuários <i>online</i> , área de digitação de novas mensagens, <i>emoticons</i> , área para falar reservadamente, e funcionalidades como armazenamento de <i>logs</i> e inserção de apelidos.
Ferramentas de editores de texto em matemática	Possuem barra de ferramentas, que pode estar visível ou não, e que auxilia na confecção e edição dos formalismos matemáticos.

O procedimento para análise de tarefas foi feito da seguinte maneira: primeiro, foi feita uma lista com as principais tarefas que deveriam ser realizadas pelo usuário-ChatMath e pelo usuário-administrador. A partir dessa lista, as tarefas foram detalhadas conforme mostra a tabela 5.4, feita para o usuário-ChatMath. Para cada tarefa, apresenta-se o seu objetivo, a sua dependência com outras tarefas (caso haja), o detalhamento da tarefa e os riscos a ela associados.

Tabela 5.4: Listagem das principais tarefas do usuário-ChatMath (continua)

Tarefa 1
Objetivo: Instalar <i>plugin</i> , quando necessário.
Detalhamento da tarefa: achar link do <i>plugin</i> , baixá-lo e instalá-lo corretamente.
Riscos associados à tarefa: não conseguir instalar o <i>plugin</i> ou não conseguir baixá-lo.

Tabela 5.4: Listagem das principais tarefas do usuário-ChatMath (continua)

---

**Tarefa 2**

---

Objetivo: Entrar na sala escolhida.

Dependência de outras tarefas: Tarefa 1, quando necessária.

Detalhamento da tarefa:

- escolher uma sala;
- escolher um apelido ou não;
- entrar na sala.

Riscos associados à tarefa: o usuário poderá esquecer de escolher um apelido.

---

**Tarefa 3**

---

Objetivo: Compor a mensagem de uma outra maneira que não seja a padrão

Dependência de outras tarefas: deve ter concluído a tarefa 2.

Detalhamento da tarefa:

- o usuário poderá escolher um novo apelido e/ou uma nova frase que demonstre sua atitude em relação à frase enviada e/ou o destinatário da mensagem e/ou um *emoticon* para enviar junto com o texto.
- 

**Tarefa 4**

---

Objetivo: Enviar mensagens sem notação LaTeX.

Dependência de outras tarefas: deve ter concluído a tarefa 2.

Detalhamento da tarefa:

- Escrever mensagem textual;
  - Caso queira, o usuário pode realizar a tarefa 3;
  - Enviar a mensagem para a visualização.
- 

**Tarefa 5**

---

Objetivo: Enviar mensagens com notação LaTeX.

Dependência de outras tarefas: deve ter concluído a tarefa 2.

Detalhamento da tarefa: essa tarefa pode ser feita de dois modos.

Para o usuário-ChatMath que conhece LaTeX:

- Digitar o texto matemático no formato da marcação;
- Enviar a mensagem.

Para o usuário-ChatMath que não conhece LaTeX:

- Escolher a marcação que quer enviar;
- Digitar argumentos dos termos matemáticos;
- Caso queira, o usuário pode realizar a tarefa 3;
- Enviar a mensagem.

Riscos associados à tarefa:

Para o usuário-ChatMath que conhece LaTeX: ele pode esquecer de inserir os delimitadores LaTeX, o que faz com que o tradutor ignore a notação LaTeX.

Portanto, o usuário visualizará somente o texto LaTeX; o usuário poderá escrever sua mensagem entre os delimitadores, porém ela pode conter erros de sintaxe LaTeX ou uma notação ainda não implementada no protótipo.

---

**Tarefa 6**

---

Objetivo: Modificar a interface das salas

Dependência de outras tarefas: deve ter concluído a tarefa 2.

Detalhamento da tarefa:

- Mostrar ou não barra de rolagem, e/ou mostrar ou não notação LaTeX.
-

Tabela 5.4: Listagem das principais tarefas do usuário-ChatMath (continuação)

---

**Tarefa 7**

---

Objetivo: Reutilizar formalismos matemáticos já enviados

Dependência de outras tarefas: deve ter concluído a tarefa 5 com sucesso.

Detalhamento da tarefa:

- Clicar no ícone que acompanha a fórmula já enviada;
  - Copiar o texto;
  - Colar o texto na área de envio da mensagem.
- 

**Tarefa 8**

---

Objetivo: Buscar ajuda

Dependência de outras tarefas: deve ter concluído a tarefa 2.

Detalhamento da tarefa:

- Clicar no ícone para ver exemplos e/ou ajuda sobre as funções do *software*.
- 

**Tarefa 9**

---

Objetivo: Falar reservadamente

Dependência de outras tarefas: deve ter concluído a tarefa 2.

Detalhamento da tarefa:

- Checar o item que permite falar reservadamente.
- 

A partir da listagem das principais tarefas e do perfil dos usuários, foram descritos os objetos da interface *Web* e as funções a eles associadas para o auxílio da conclusão da tarefa. Ao digitar a URL, o usuário deve visualizar a tela inicial do ChatMath, a qual possui os seguintes objetos de interface.

- Link para escolher apelido: contém uma caixa de texto que recebe o apelido do usuário. Caso o nome já tenha sido escolhido por outro usuário, informa que aquele nome já existe. Se o nome foi aceito, mostra uma mensagem que ele já possui o apelido foi aceito e que ele pode entrar na sala que escolhida.
- Link para ajuda: fornece informações gerais de como utilizar a ferramenta (tipos de navegadores, plug-ins e algumas noções de LaTeX). A ajuda será visualizada sempre que o usuário entrar na página. Essa página pode detectar qual o tipo de navegador o usuário está utilizando, a resolução de vídeo e se ele necessita de um plug-in. Assim, o aplicativo pode informá-lo do que ele necessita através de uma mensagem de alerta.
- Lista com links das salas disponíveis: deve listar todos os nomes das salas inseridas no módulo do administrador que estiverem disponíveis para os usuários. Ao escolher uma das salas, o usuário visualiza o número de pessoas que nela estão. Caso ele entre na sala escolhida, sem ter escolhido um apelido anteriormente, será atribuído a ele um nome padrão.

Ao entrar na sala de bate-papo escolhida, o usuário irá visualizar a área de visualização das mensagens já enviadas e a área de digitação de novas mensagens e os seguintes objetos de interface para a realização das tarefas:

- Caixa de mensagem - é uma caixa de entrada de texto que permite a entrada de caracteres, porém são visualizados somente 80 caracteres. As mensagens da caixa de entrada só serão visualizadas pelos demais usuários do bate-papo

quando o emissor da mensagem pressionar a tecla ENTER (do teclado) ou botão ENVIAR (presente na tela do computador). O usuário-ChatMath pode enviar suas mensagens nas seguintes formas: escrever uma mensagem sem notação LaTeX, por exemplo, "Oi Bea, tudo bom?"; escrever uma mensagem com notação LaTeX, mas sem utilizar delimitadores, caracteres \$ (dólar), por exemplo, "A área de um triângulo é  $2\pi r^2$ ", isso faz com que o tradutor ignore a notação LaTeX, portanto, o usuário visualizará somente o texto LaTeX; escrever uma mensagem com notação LaTeX entre delimitadores, por exemplo, "\$A área de um triângulo é  $2\pi r^2$ ", isso faz com que o tradutor LaTeX-MathML converta a fórmula a fim de que ela possa ser apresentada no navegador em linguagem matemática; escrever uma mensagem entre delimitadores que contenha erros LaTeX ou com notação ainda não implementada no protótipo, o tradutor não ignora a sentença entre os delimitadores, porém a tradução fica inadequada, e os erros aparecem em itálico no formato LaTeX na tela do computador;

- Tela de visualização das mensagens - além das mensagens enviadas pelo usuário, o próprio ChatMath envia uma mensagem para a sala quando um usuário entra ou sai dela. A maioria das ferramentas de bate-papo mostra, juntamente com a mensagem, um cabeçalho com o apelido do usuário. Incluímos, neste protótipo, um cabeçalho que contém o horário no qual a mensagem foi enviada, o apelido do emissor da mensagem, uma frase que demonstra a atitude do usuário e o destinatário, seguido de dois pontos. Por exemplo: "(17:23:45) Bea fala para TODOS: Vocês estão indo muito bem!". Todos os campos do cabeçalho podem ser trocados, com exceção do horário e do apelido do emissor;
- Lista dos potenciais destinatários da mensagem - é uma caixa de seleção onde o usuário escolhe a quem deseja enviar a mensagem. Nessa caixa são listados todos os usuários que se encontram na sala naquele momento. Cada usuário novo que entra ou sai da sala deve ser atualizado nesta caixa de seleção. Por padrão, o destinatário da mensagem é "TODOS". O destinatário é incluído na mensagem a ser enviada;
- Listas com frase de atitudes para compor a mensagem - é uma tentativa de mostrar a atitude do emissor da mensagem em relação à mensagem que esta sendo enviada. O padrão é enviar, junto com a mensagem, a frase "fala para";
- Lista de *emoticon* : é uma caixa de seleção onde o usuário escolhe um *emoticon*. Nessa caixa são listados todos os *emoticons* predefinidos na aplicação. Os *emoticons* são inseridos sempre ao final da mensagem. Por padrão, a mensagem não envia nenhum *emoticon*;
- Caixa de seleção para barra de rolagem - é uma caixa de seleção para ativar e desativar a barra de rolagem. A barra de rolagem aparece somente na parte onde são visualizadas as mensagens. Ela serve para facilitar o rolamento da página, mas o usuário pode escolher se quer fazer essa rolagem manualmente. O padrão é a barra de rolagem estar ativada.
- Caixa de seleção para a barra de ferramentas dos símbolos matemáticos - a barra de ferramentas dos símbolos matemáticos é formada por ícones, no caso da *Web*, imagens, que identificam os símbolos matemáticos válidos no ChatMath. A

barra de ferramentas dos símbolos matemáticos pode estar, ou não, presente na tela de opções do ChatMath. A sua ausência disponibiliza um espaço de visualização maior para a da troca de mensagens.

- Barra de ferramentas dos símbolos matemáticos formados por ícones (imagens) - quando um ícone é pressionado, é enviada a notação LaTeX correspondente para a caixa de mensagem. Esse evento verifica se a notação LaTeX está sendo incluída dentro de delimitadores, caracteres \$ (dólar). Caso não esteja, os delimitadores são automaticamente incluídos. Após sua execução, o foco volta para a caixa de mensagem.
- Link de ajuda;
- Link de exemplos;
- Botão "trocar o apelido" - ao pressionar o ícone da troca de apelido, é aberta uma janela onde o usuário poderá trocar o apelido e voltar para a sala de bate-papo com o apelido alterado. Os demais usuários recebem uma mensagem na tela do computador dizendo que o usuário trocou de apelido, a fim de que não se perca alguma conversação anteriormente estabelecida;
- Ícone adjunto à fórmula enviada - ao pressionar esse ícone, uma janela é aberta com a fórmula em LaTeX, que poderá ser copiada e reutilizada novamente na caixa de texto, auxiliando a conversação.

As tarefas do módulo administrador não foram detalhadas, pois utilizaram-se as mesmas funções presentes na ferramenta ChatRomano. Porém, alguns objetos de interface foram inseridos a fim de visualizar os *logs* na marcação ChatMath e LaTeX. O módulo administrador inclui uma tela de acesso que solicita o nome e a senha do usuário, e uma tela com o menu de opções.

Ao entrar no módulo administrador, o usuário terá:

- Link para Incluir e excluir salas - as salas incluídas pelo administrador aparecem na lista de salas vista pelo usuário. Nela, ele pode incluir o tema e o nome da sala. As salas excluídas perdem todos os *logs* e são excluídas da base de dados;
- Link para Bloquear ou desbloquear usuários - o administrador poderá bloquear o usuário para uso do ChatMath durante a conversação, devendo, para isso, saber o apelido do usuário que deseja bloquear ou desbloquear;
- Link para Visualizar *logs* - os *logs* são visualizados da mesma maneira que são enviados para página, porém não possuem as mensagens das entradas e saídas do usuário e nem as mensagens do administrador. Os *logs* podem ser salvos no formato .txt ou .html, para serem disponibilizados aos usuários;
- Link para Fechar salas - caso o administrador feche uma sala, elas não serão excluídas da base de dados, portanto, seus *logs* são visíveis para o administrador; elas, porém, não aparecem para a tela inicial do usuário do ChatMath. O nome desta sala poderá ser utilizado para inclusão de uma nova sala;
- Link para Inserir mensagens - administrador pode inserir mensagens que são enviadas para as salas do Chat de tempos em tempos;
- Link para troca de senha do usuário administrador - troca de senha ou inserção de um novo administrador.

O cadastramento do nome e da senha do usuário é solicitado na criação do Chatmath. Nesse primeiro protótipo, todos os administradores têm acesso às salas e funções do ChatMath.

Um ponto importante a salientar é sobre a instalação do ChatMath. É necessário que a pessoa que vá instalar o protótipo tenha conhecimento e acesso aos diretórios do PHP e ao banco de dados MySQL. Para facilitar a instalação, foi feito um arquivo texto denominado "leiam", que contém as instruções para instalação do aplicativo.

Em conjunto com a lista de tarefas e os objetos de interface, foi desenvolvido um diagrama de transição de estados da navegação (figura 5.6) do usuário-ChatMath, a fim de facilitar o desenvolvimento do protótipo.

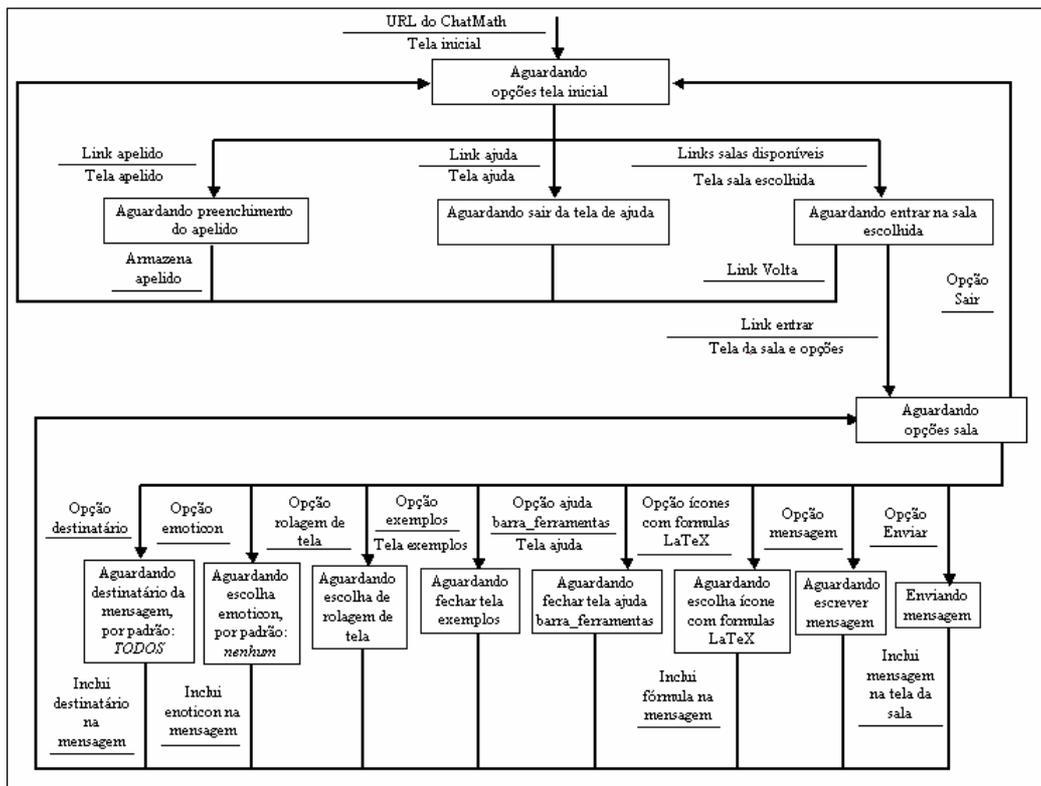


Figura 5.6: Diagrama de Transição de estados da navegação do usuário-ChatMath

Algumas heurísticas de usabilidade para *Web*, elaboradas por Dias, delinearão a construção das telas do ChatMath (Anexo E). A partir do perfil do usuário, da lista de tarefas, dos objetos de interface *Web* e do DTE e das recomendações de usabilidade para *Web* foram desenvolvidas as telas do ChatMath, as quais estão apresentadas na seção 5.6 deste capítulo. A *interface* foi baseada para a resolução de vídeo de 640 por 480 *pixels*, e, a princípio, para os navegadores *Web* Internet Explorer e Netscape, focando principalmente o Internet Explorer. A primeira inspeção de utilização desse *software* foi feita com uma turma da faculdade de Ciência da Computação na PUCRS, a qual está apresentada no capítulo 6.

## 5.4 Implementação dos Módulos

Essa seção apresenta as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do ChatMath, a arquitetura da ferramenta, e como, efetivamente, foram desenvolvidos os módulos de

bate-papo e tratamento de formalismos matemáticos.

#### 5.4.1 Tecnologias Utilizadas para o Desenvolvimento do ChatMath

Os programas executados na *Web* são do tipo cliente/servidor, tendo, muitas vezes, acesso ao banco de dados (SGBD). Para o desenvolvimento do protótipo, foram utilizadas as seguintes tecnologias: cliente - HTML, CSS, Javascript, as marcações de apresentação MathML e *plugin* interpretador de MathML; servidor - Apache com servidor de aplicação PHP e SGBD - MySQL.

O HTML e o CSS são linguagens de marcação próprias para desenvolver a interface das páginas tanto da parte das salas de bate-papo quanto da parte administrativa. O Javascript foi utilizado para interface, validação e controle de erros do usuário.

O PHP é uma linguagem de *script* executada no servidor, que possibilita a confecção de páginas, dinâmicas na *Web* através da inclusão de *tags* HTML em seu código. Uma das grandes vantagens para escolha e utilização do PHP é ser um aplicativo gratuito com código fonte disponível. O MySQL é um banco de dados gratuito que é instalado juntamente com a aplicação PHP [CON 2001].

#### 5.4.2 Arquitetura do ChatMath

Sendo destinada para *Web*, a ferramenta ChatMath possui arquitetura cliente/servidor. Sua estrutura interna pode ser visualizada na figura 5.7.

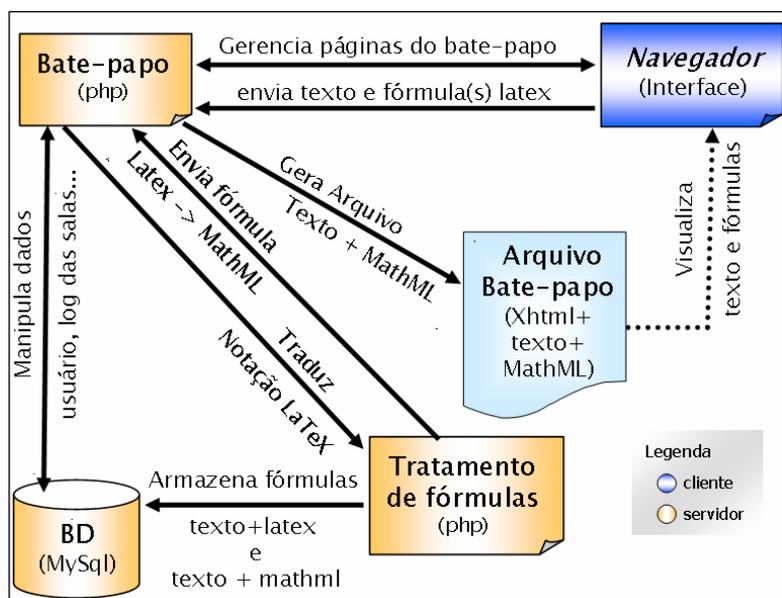


Figura 5.7: Estrutura interna da ferramenta

Os módulos bate-papo e tratamento de formalismos matemáticos são executados no servidor de aplicações PHP, e os resultados das solicitações do cliente serão enviados para o navegador *Web*. As setas indicam as orientações dos processos entre o cliente e servidor, entre os módulos bate-papo e tratamento de dados e entre o servidor e o banco de dados. O módulo de tratamento de formalismos matemáticos controla o armazenamento das formalismos matemáticos em notação LaTeX e em MathML para posterior recuperação. A seta tracejada indica que o arquivo do bate-papo gerado será visualizado no navegador. Na figura 5.7 pode-se observar que, cada vez que um usuário

de uma sala de bate-papo envia uma mensagem, o “Arquivo Bate-papo” é atualizado com o nome do usuário, o texto e os formalismos matemáticos digitadas por ele.

O desenvolvimento funcional da ferramenta concentrou-se principalmente no módulo de tratamento de formalismos matemáticos, pois os requisitos do módulo de bate-papo foram preenchidos, pela ferramenta de bate-papo ChatRomano [MOR 2002], que possui código PHP e esta disponível na Internet. Portanto, a ferramenta ChatMath agrega funções existentes na ferramenta ChatRomano que foram adaptadas para a ferramenta ChatMath.

### 5.4.3 Implementação do Módulo de Bate-papo

A figura 5.8 mostra o diagrama dos scripts PHP do módulo de bate-papo contidos na ferramenta ChatRomano. As flechas indicam quais os scripts que podem ser acessados a partir de cada script. Os principais *scripts* do módulo de bate-papo estão na figura 5.8, e os detalhes dos demais *scripts* estão apresentados no Anexo F.

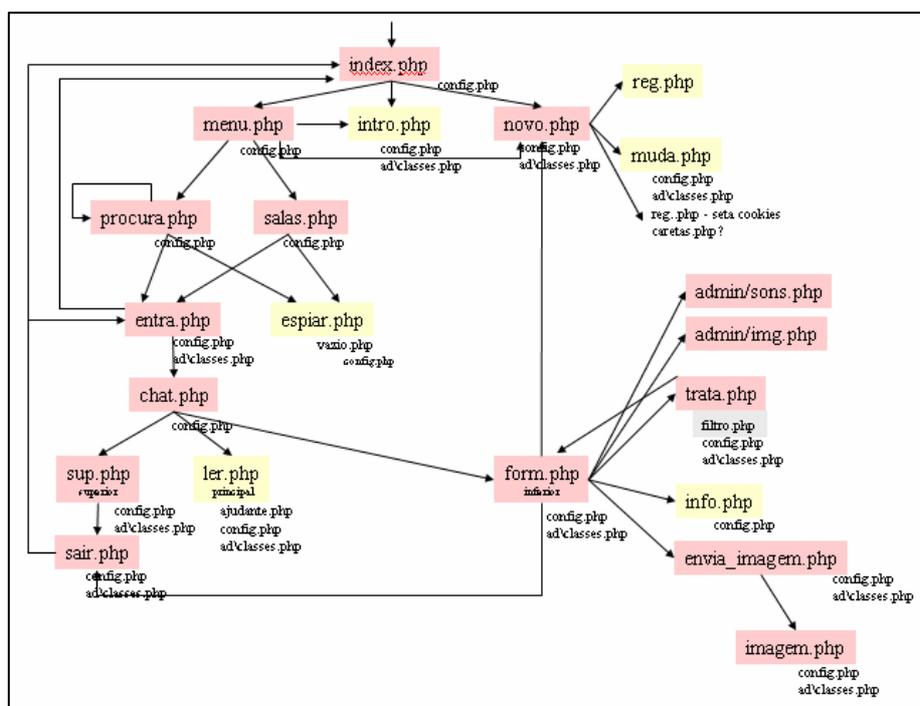


Figura 5.8: Diagrama dos *scripts* PHP do módulo de Bate-papo

Pode-se observar, pelo diagrama da figura 5.7, que, ao entrar na sala de bate-papo através do *script* `entra.php`, este chama o *script* `chat.php`, que abre, por sua vez, os *scripts* `ler.php` e `form.php`, que ficam visíveis para o usuário da ferramenta. O *script* `ler.php` e `ajudante.php` preparam o HTML das mensagens que serão visualizadas na tela do bate-papo. A atualização das mensagens é realizada por uma função JavaScript que imprime uma nova tela HTML de tempos em tempos. O *script* `trata.php` cuida do tratamento da mensagem e dos logs, chama o módulo de tratamento de formalismos matemáticos e envia a mensagem para ser analisada. Cada vez que o *script* `form.php` envia uma mensagem, o *script* `trata.php` a analisa e retorna novamente para o `form.php`. Para que os textos matemáticos pudessem ser visualizados, foi inserido no *script* `ler.php` um cabeçalho com *namespace* MathML através do elemento `<OBJECT>`, que aponta para o *plug-in* desejado que interpretará o MathML. No caso do Internet Explorer esse *plug-in* é o MathPlayer.

O *script* trata.php concatena as seguintes informações para serem inseridas na tabela do banco de dados: o tipo de assunto que o usuário está enviando (o padrão é “FALA PARA”); para quem o usuário está enviando a mensagem (o padrão é “TODOS”); se está enviando alguma imagem (o padrão é nenhuma) e a mensagem propriamente dita, depois de traduzida para MathML.

#### 5.4.4 Implementação do Módulo Tratamento Formalismos matemáticos

O módulo de tratamento de formalismos matemáticos possui três *scripts* básicos. O *script* principal faz a análise e instancia os objetos do *script* classes.php. Este, por sua vez, contém todas as classes necessárias para formar a lista com expressões MathML. O *script* funcoes.php contém algumas funções que são utilizadas nos outros *scripts*. O *script* index.php serve para executar somente o tradutor LaTeX-MathML de forma independente, isto é, sem estar acoplado ao ChatMath. A tabela 5.5 descreve as funções de cada um deles.

Tabela 5.5: Principais *scripts* do módulo de tratamento de formalismos matemáticos

Nome do Arquivo	Descrição das funções	Includes	Scripts de saída
<b>Gerencia toda a tradução das formalismos matemáticos (path: tradutor)</b>			
Principal.php	Script que faz a análise dos formalismos matemáticos em LaTeX e retorna MathML.	configuraphp funcoes.php	Trata.php
classes.php	Possui todas as classes MathML que são analisadas pelo tradutor.	configuraphp funcoes.php	
Funcoes.php	Possui algumas funções que são utilizadas nos <i>scripts</i> principal.php e classes.php.		
Index.php	Script que faz somente o tradução de LaTeX para MathML, utiliza só o módulo de tratamento de formalismos matemáticos.		

Para entender melhor o funcionamento do *script* principal, foi elaborado um pseudo-código, que está apresentado no Anexo G, bem como as tabelas da base de dados que armazenam a fórmula LaTeX de cada fórmula analisada na mensagem, que depois poderá ser manipulada pelo usuário na tela do ChatMath, e a tabela de símbolos para construção da Interface e análise de entrada.

#### 5.4.5 Formalismos Matemáticos abrangidos pelo ChatMath

A notação aceita pelo protótipo está descrita na tabela 5.6.

Tabela 5.6: Tabela de abrangência da ferramenta (continua)

Descrição	Notação LaTeX	Exemplo	Visualização
Delimitador. Indicador de “início-fim” do texto matemático	\$ ... \$ \( ... \) \[ ... \]	$x_2$ $(x^2y)$ $[(a+b)]$	$x^2$ $x^2y$ $(a+b)$
Subscrito e Sobrescrito	_{ } ^{ }	$X_3$ , $x^3$	$x^3$ , $x_3$
Frações	\frac { }{ }	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$
Raiz quadrada	\sqrt{ }	$\sqrt{4}$	$\sqrt{4}$
Funções trigonométricas	\sin{ } \cos{ } \tan{ }	$\sin{90}$ $\cos{30}$ $\tan{45}$	$\sin 90$ $\cos 30$ $\tan 45$

Tabela 5.6: Tabela de abrangência da ferramenta (continuação)

Descrição	Notação LaTeX	Exemplo	Visualização
-----------	---------------	---------	--------------

Operandos			
caracter e inteiro	A1	A1	A1
inteiro e inteiro	33	33	33
caracter e caracter	aa	aa	aa
inteiro e caracter	1q	1q	1q
Operações Aritméticas			
Adição	+	1+2	1+2
Subtração	-	a-b	a-b
Multiplicação	*	a*c	a*c
Divisão	/	a/b	a/b
Símbolos Gregos			
Outros Símbolos			

## 5.5 Instalação e Configuração

Sendo voltada para *Web*, a ferramenta ChatMath, para ser executada no cliente, necessita:

- de um navegador, preferencialmente, IE 5.0 e Netscape 7.0. Caso esteja utilizando o IE 5.0 e versões anteriores à versão 7.0 do Netscape, é necessário instalar o interpretador Mathplayer ou TechExplorer, a fim de visualizar os formalismos matemáticos na tela;
- da URL associada à ferramenta.

E para ser executado no servidor, necessita:

- de um servidor *Web* e de um servidor de aplicação php versão 4.2.3;
- de banco de dados MySQL.

As instruções para instalação da ferramenta e da criação da base de dados no servidor estão contidas no arquivo "leia-me.txt".

Também há a possibilidade de instalação somente do módulo de tratamento de formalismos matemáticos LaTeX para MathML desacoplado do módulo de bate-papo. Para isso, é necessário instalar a pasta "editor" e chamar o módulo de tratamento de formalismos matemáticos a partir do arquivo "index.html" contido nesta pasta.

## 5.6 Interface

As telas de interface apresentadas a seguir foram retiradas da execução do ChatMath no navegador Internet Explorer com o *plugin* MathPlayer.

Ao digitar a URL associada à ferramenta, o usuário visualiza a página inicial (figura 5.9). Nesta página, ele pode escolher a sala, ou as salas de que deseja participar. No caso da tela da figura 5.9, ele só poderá escolher a sala "teste". Nesta tela ele ainda poderá escolher o apelido que deseja utilizar enquanto estiver na sala, bem como procurar por pessoas que já estejam utilizando as salas. Para isso, deve saber o apelido da pessoa. Nesta tela também há uma breve apresentação da ferramenta, que também poderá ser acessada através do link Sobre o ChatMath.

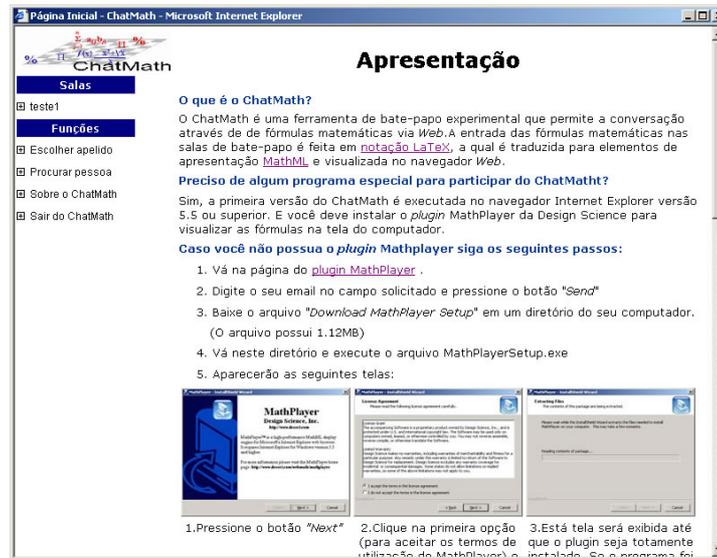


Figura 5.9: Tela Inicial do ChatMath

Após escolher a sala, a tela do menu de funções de entrada, figura 5.10, é apresentada. Nesse menu, o usuário poderá verificar quantas pessoas já estão na sala, assim como optar entre entrar na sala para conversação ou somente para monitorar as conversas na sala.



Figura 5.10: Funções de entrada

A tela principal do bate-papo é dividida em duas partes, figura 5.11. A parte superior é o espaço onde são visualizados os textos e os formalismos matemáticos. Já a parte inferior possui algumas funções e a caixa de entrada de formalismos matemáticos e textos.

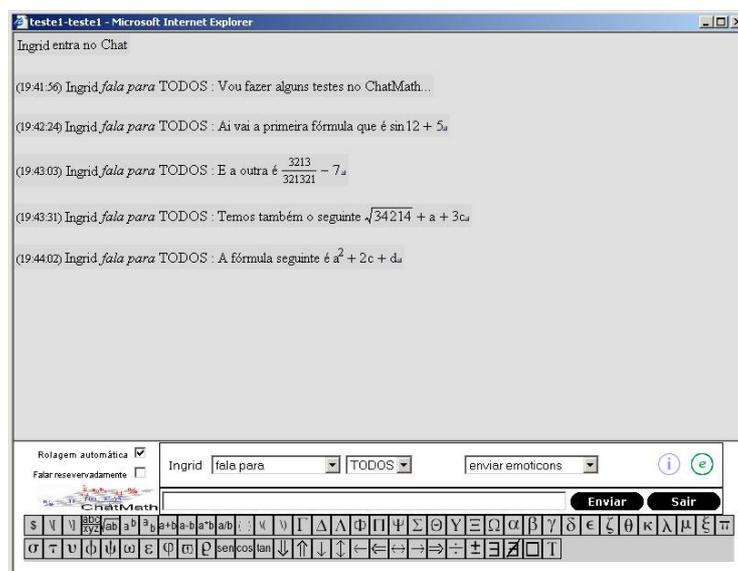


Figura 5.11: Tela da ferramenta de bate-papo ChatMath

As funções da barra inferior da ferramenta estão na figura 5.12. As entradas presentes nesta barra facilitam a comunicação do usuário através da ferramenta. Algumas delas: seleção do tipo de mensagem, seleção das pessoas com quem se deseja comunicar, enviar som. A caixa “notação LaTeX”, por exemplo, auxilia o usuário quanto à sintaxe da notação LaTeX na ferramenta. O usuário escolhe, por exemplo, a função fração, e a sintaxe LaTeX para fração é inserida na caixa de entrada da ferramenta.



Figura 5.12: Barra de ferramentas do ChatMath

Para entender melhor como os participantes do bate-papo utilizam a ferramenta ChatMath, foi elaborada a tabela 5.7, onde estão apresentados os formalismos matemáticos em linguagem de marcação LaTeX e suas respectivas visualizações através do navegador.

Tabela 5.7: Exemplos de entrada de formalismos matemáticos LaTeX e sua visualização em MathML

Texto digitado na caixa de entrada	Texto visualizado no navegador Web
Ai vai a primeira fórmula que é $\sin\{12\}+5$	Ai vai a primeira fórmula que é $\sin 12 + 5$
E a outra é $\frac{3213}{321321}-7$	E a outra é $\frac{3213}{321321} - 7$
Temos também o seguinte $\sqrt{34214}+3c$	Temos também o seguinte $\sqrt{34214} + a + 3c$
A fórmula seguinte é $a^2+2c+d$	A fórmula seguinte é $a^2 + 2c + d$

A fim de que o usuário possa visualizar a notação LaTeX, depois de ter enviado a fórmula para o navegador, foi inserido um pequeno ícone, após cada fórmula, que, ao ser pressionado, abre uma janela que mostra a notação LaTeX referente à fórmula (figura 5.13). Essa característica facilita a manipulação dos formalismos matemáticos em notação LaTeX, as quais poderão ser reutilizadas na conversação.

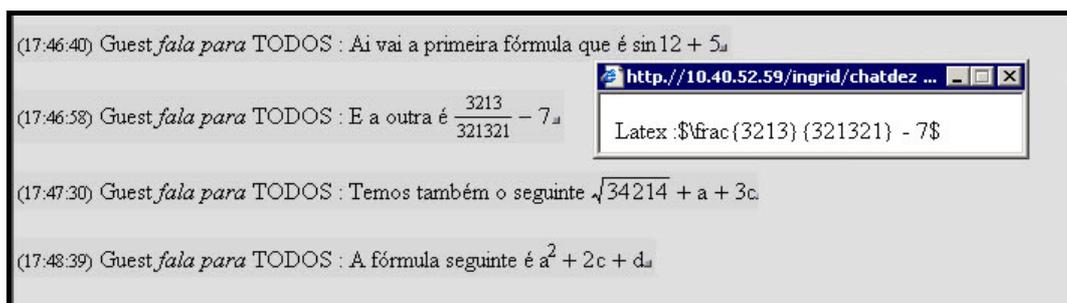


Figura 5.13: Tela de busca das funções em LaTeX

A visualização da marcação MathML pode ser vista através das funções que o próprio interpretador oferece, neste caso o MathPILayer (figura 5.14).

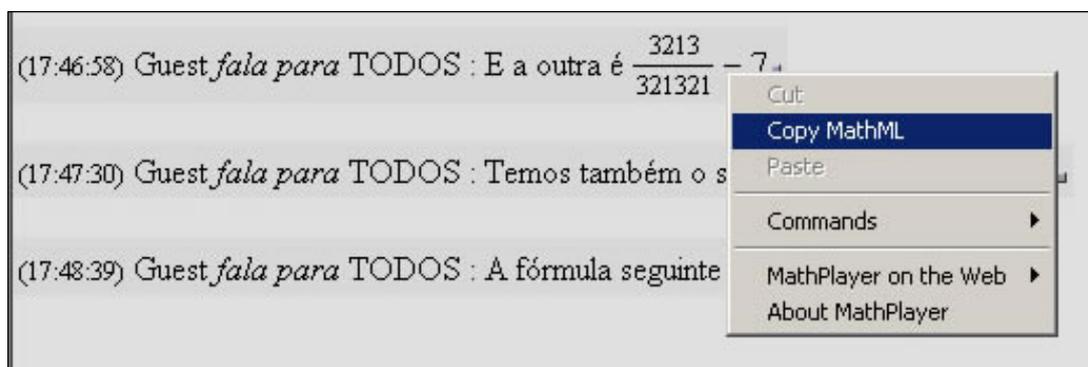


Figura 5.14: Utilizando comandos MathML do Mathplayer

Clicando-se com o botão direito em cima da fórmula aparece um menu com vários comandos. O comando “CopyMathML” copia as marcações MathML da fórmula clicada para a área de transferência do computador do usuário, a qual poderá ser colada em um editor de textos como, por exemplo, no bloco de notas do Windows. Na figura 5.15, aparece a marcação MathML para o exemplo da figura 5.15:  $\frac{3213}{321321} - 7$

```
<math>
  <mrow>
    <mfrac>
      <mrow>
        <mn>3213</mn>
      </mrow>
      <mrow>
        <mn>321321</mn>
      </mrow>
    </mfrac>
    <mo>-</mo>
    <mn>7</mn>
  </mrow>
</math>
```

Figura 5.15: Marcação MathML

A ferramenta de bate-papo ChatMath possui um módulo administrativo (figura 5.16), o qual é acessado somente por senha. A maioria das funções do módulo administrativo já existiam no ChatRomano, porém, foram adaptadas as funções de visualização de *logs* para as marcações MathML e LaTeX. Assim, temos os links *log* das salas, *log* MathML e *log* LaTeX. Esses três tipos de *logs* garantem a portabilidade de dados da ferramenta, já que a partir deles podemos exportar toda a comunicação textual para outras ferramentas que suportem notação LaTeX ou marcação MathML.

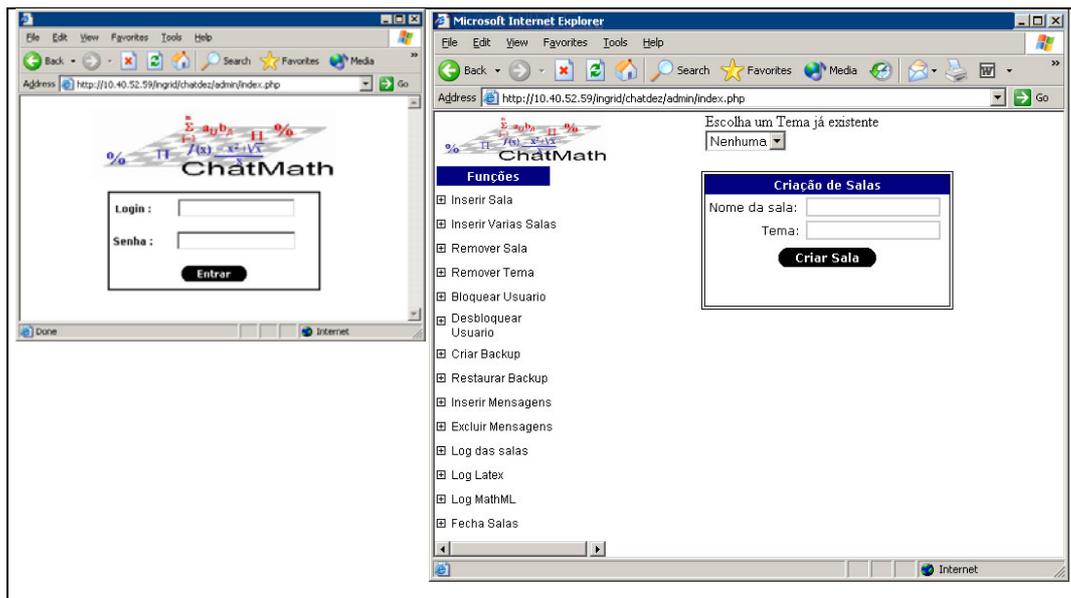
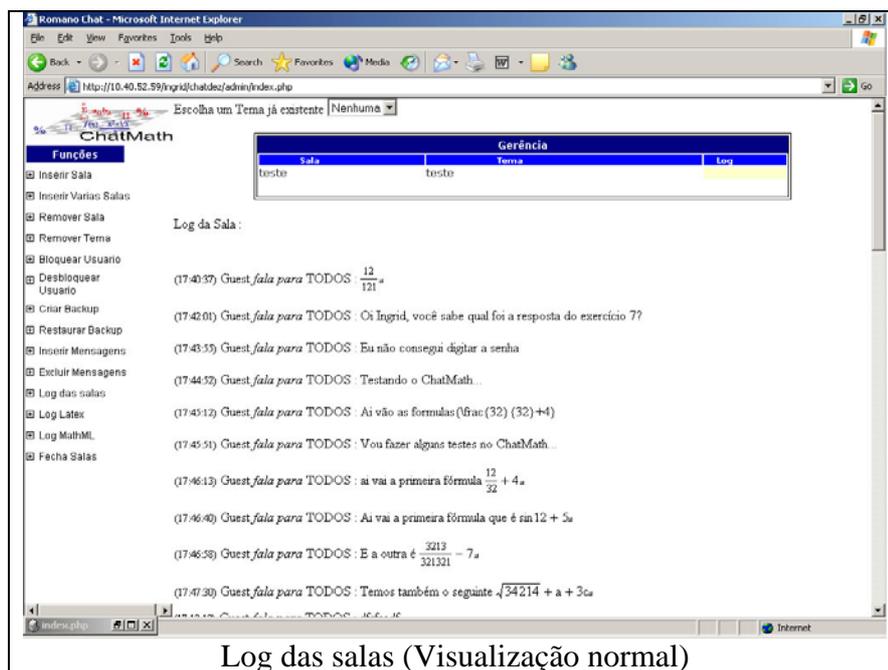


Figura 5.16: Tela Inicial e Tela Principal do Módulo Administrador

Na figura 5.17 e 5.18 podem-se visualizar as telas de *log*. Os *logs* poderão ser disponibilizados pelo administrador do sistema aos usuários das salas de bate-papo, porém, nesta primeira versão só o administrador pode visualizá-los.



Log das salas (Visualização normal)

Figura 5.17: Telas de *logs* do Módulo Administrador conforme visualizado no ChatMath

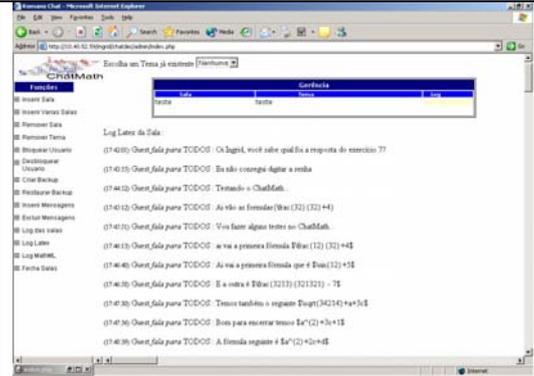
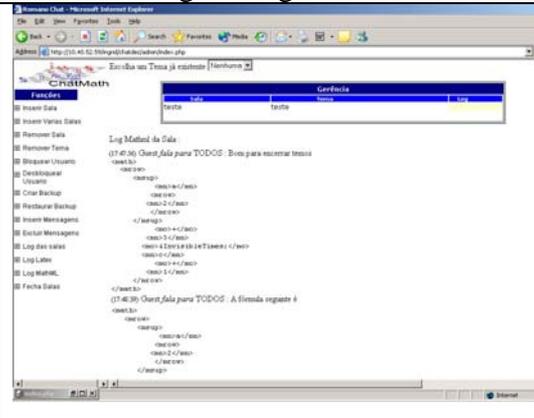
 <p>Página Log LaTeX</p>	<p>Log Latex da Sala :</p> <p>(17:42:01) <i>Guest fala para TODOS</i> : Oi Ingrid, você sabe qual foi a resposta do exercício 77</p> <p>(17:43:15) <i>Guest fala para TODOS</i> : Eu não consegui digitar a senha</p> <p>(17:44:52) <i>Guest fala para TODOS</i> : Testando o ChatMath...</p> <p>(17:45:12) <i>Guest fala para TODOS</i> : Ai vão as formulas <math>\frac{1}{3}(32) + 4</math></p> <p>(17:45:51) <i>Guest fala para TODOS</i> : Vou fazer alguns testes no ChatMath...</p> <p>(17:46:13) <i>Guest fala para TODOS</i> : ai vai a primeira fórmula <math>\frac{1}{3}(32) + 4</math></p> <p>(17:46:40) <i>Guest fala para TODOS</i> : Ai vai a primeira fórmula que é <math>\frac{1}{3}(32) + 4</math></p> <p>(17:46:58) <i>Guest fala para TODOS</i> : E a outra é <math>\frac{1}{3}(3213) (321321) - 7</math></p> <p>(17:47:30) <i>Guest fala para TODOS</i> : Temos também o seguinte <math>\sqrt{34214} + a + 3c</math></p> <p>(17:47:56) <i>Guest fala para TODOS</i> : Bom para encerrar temos <math>a^2 + 3c + 1</math></p> <p>(17:48:39) <i>Guest fala para TODOS</i> : A fórmula seguinte é <math>a^2 + 2c + d</math></p> <p>Visualização ampliada do Log LaTeX</p>
 <p>Tela Log MathML</p>	<p>Log Mathml da Sala :</p> <p>(17:47:56) <i>Guest fala para TODOS</i> : Bom para encerrar temos</p> <pre> &lt;math&gt; &lt;mrow&gt; &lt;msup&gt; &lt;mn&gt;a&lt;/mn&gt; &lt;/msup&gt; &lt;/mrow&gt; &lt;/math&gt; </pre> <p>(17:48:39) <i>Guest fala para TODOS</i> : A fórmula seguinte é</p> <pre> &lt;math&gt; &lt;mrow&gt; &lt;msup&gt; &lt;mn&gt;a&lt;/mn&gt; &lt;/msup&gt; &lt;/mrow&gt; &lt;/math&gt; </pre> <p>Visualização ampliada do Log MathML</p>

Figura 5.18: Telas de *logs* com textos MathML e LaTeX

## 5.7 Contextualização do Protótipo

Num contexto mais amplo, podemos verificar que o módulo de tratamento de formalismos matemáticos (conversor LaTeX-MathML), por trabalhar de forma independente, pode ser adaptado para outras ferramentas que usam o computador como meio de comunicação, denominadas ferramentas CMC. A figura 5.18 ilustra o contexto da ferramenta ChatMath.

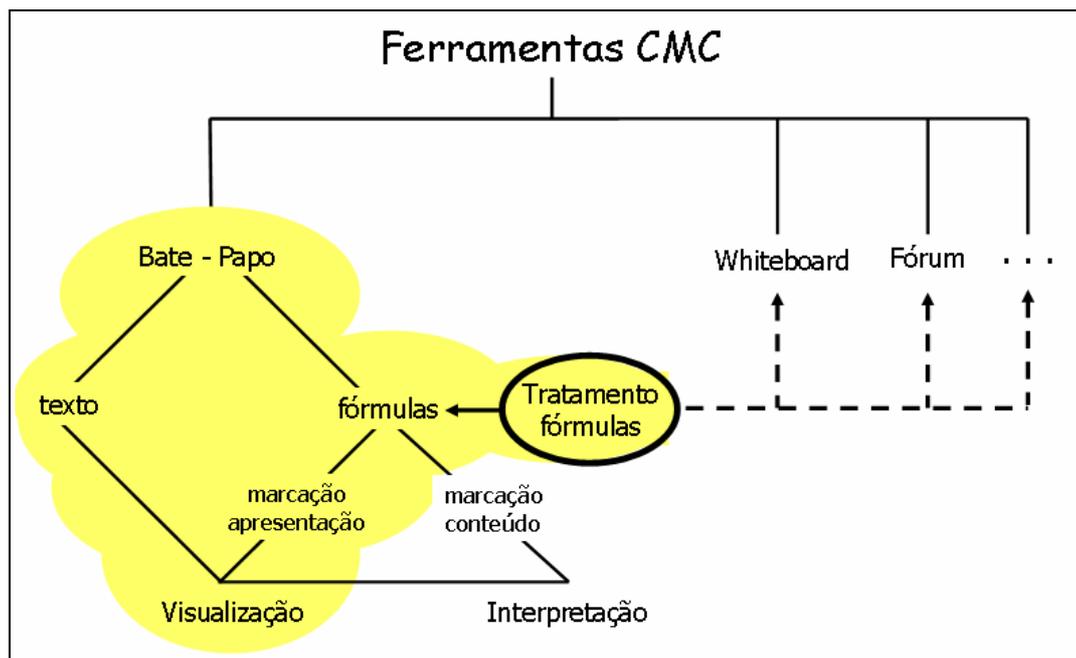


Figura 5.18: Visualização Contextual da ferramenta

A parte sombreada da figura 5.18 refere-se ao que já foi desenvolvido. Nesta versão do ChatMath foram implementadas somente as marcações de apresentação do MathML. As setas tracejadas indicam que o módulo de tratamento de formalismos matemáticos poderá ser agregado a outras ferramentas, tais como whiteboard e fórum, desde que estas atendam aos pré-requisitos solicitados.

## 6 AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO CHATMATH

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada para a pesquisa de avaliação funcional e de uso do ChatMath, bem como os resultados obtidos a partir da pesquisa. A tabela 6.1 apresenta um quadro-resumo do desenho da pesquisa utilizada para a avaliação do protótipo, o qual será detalhado nas próximas seções.

Tabela 6.1: Quadro-resumo do desenho da pesquisa

<b>Contexto da Pesquisa</b>	Dentro da área de atuação de um dos autores, isto é, área de Análise Numérica.			
<b>Objeto da pesquisa</b>	Protótipo ChatMath para troca de textos matemáticos.			
<b>Tese</b>	A visualização de formalismos matemáticos, através da ferramenta de bate-papo ChatMath favorece/facilita a discussão envolvendo formalismos matemáticos?			
<b>Hipótese de trabalho</b>	Ferramenta bate-papo	Entrada LaTeX no bate-papo	Visualização na tela do bate-papo	Grau de abstração
	Do WebCT	$x^2 - 2*x$	$\overline{x^2 - 2*x}$	Maior
	ChatMath	$x^2 - 2*x$	$x^2 - 2x$	Menor
<b>Tipo de Pesquisa</b>	Estudo descritivo, pois busca descrever a situação e investiga as necessidades, tendências e afinidades.			
<b>Avaliação quantitativa</b>	Questionários fechados.			
<b>Avaliação qualitativa</b>	Diário de campo da professora, <i>logs</i> , anotações do pesquisador e questionários abertos.			
<b>Amostra</b>	Duas turmas da disciplina de Métodos Computacionais/PUCRS (32 alunos).			
<b>Instrumentos para coleta de dados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Questionários abertos (quantitativo) e fechados (qualitativo).</li> <li>• Diário de campo da professora (qualitativo).</li> <li>• Análise das interações feitas nas salas de bate-papo - <i>logs</i> (qualitativo).</li> <li>• Observações do pesquisador</li> </ul>			
<b>Procedimentos para coleta de dados</b>	<p>Primeira sessão (ambientação): proporcionar um primeiro contato com a ferramenta; solicitar o preenchimento do questionário de prospecção sobre o perfil do público-alvo. Nessa sessão foi realizada uma análise qualitativa dos resultados a partir do <i>log</i> da sala, do diário de campo da professora e das anotações do pesquisador.</p> <p>Segunda sessão: solicitar o desenvolvimento de tarefas na ferramenta. Nessa sessão foi realizada uma análise quantitativa, a partir do questionário fechado, e qualitativa, do questionário aberto, das anotações da professora e do observador e dos <i>logs</i>.</p>			
<b>Crítérios avaliados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiência da ferramenta para o ensino de matemática.</li> <li>• Facilidade de uso do ChatMath.</li> <li>• Adequação das funcionalidades para o objetivo proposto.</li> </ul>			
<b>Análise dos dados</b>	A partir dos questionários fechados elaborar considerações sobre as questões avaliadas, conforme os critérios da pesquisa. E a partir do questionário abertos, diário de campo da professora, <i>logs</i> e anotações do observador extrair aspectos importantes, sugestões e problemas apresentados, evidenciando os critérios avaliados.			

Squires e McDougall [SQU 94] caracterizam a avaliação de *software* de acordo com a situação em que ela é utilizada. A avaliação pode ser realizada quando o *software* está em desenvolvimento (*software* protótipo) ou concluído (*software* produto). De acordo com Hannafin e Peck [HAN 88], a avaliação durante o desenvolvimento do *software* é denominada formativa, e focaliza eventuais modificações dele, sendo que pode ser conduzida de maneira informal, através de observações e entrevistas com público-alvo sobre o uso do *software*, e através de consultorias a especialistas no tema do *software*. Portanto, a avaliação do protótipo ChatMath tem caráter formativo informal.

## 6.1 Desenho da Pesquisa

Os norteadores da pesquisa aqui descrita são:

- avaliar a hipótese levantada, isto é, se a visualização de fórmulas matemáticas na ferramenta de bate-papo ChatMath favorece/facilita a compreensão/reflexão de conceitos matemáticos;
- avaliar a ferramenta ChatMath dentro de um contexto específico, a fim de identificar problemas que pudessem englobar aspectos funcionais e de utilização, para eventuais modificações no protótipo.

Para a condução da pesquisa, optou-se pela utilização do estudo de caráter descritivo. O método descritivo "busca descobrir situações, eventos, atitudes e opiniões que ocorrem em uma população. Objetiva-se verificar alguns fatos, mas não testar alguma teoria" [RIB 2000]. O método descritivo foi escolhido devido ao tipo de coleta de dados que foi efetuada na amostra, e foi baseado na pesquisa feita por Kruger [KRU 2001]. Dentre os diversos tipos de pesquisa descritiva, foi escolhida a pesquisa *survey*, que, segundo Pinsonneault e Kraemer [apud KRU 2001], é apropriada quando: não é desejável ou possível controlar as variáveis; quando o fenômeno pode ser estudado em seu ambiente natural; e quando o fenômeno ocorreu num passado recente ou está ocorrendo. Devido ao número reduzido de indivíduos participantes da amostra foi utilizado o método *survey* de corte transversal, considerado de pequena escala. O método foi aplicado a partir de um questionário aberto e de um questionário fechado, que contribuíram para uma análise quantitativa e qualitativa, respectivamente, do objeto estudado. No questionário aberto existe um espaço onde o aluno pode registrar sua opinião sobre o protótipo, e o questionário fechado correspondeu a uma série de questões específicas sobre a experiência realizada. Conforme o trabalho de Kruger [KRU 2001], o método *survey* de corte transversal é realizado numa única coleta de dados da população de interesse (mais que um e menos que o total), entendendo-se que os dados coletados representem bem a população e sejam analisados com relativa rapidez. Espera-se que os indivíduos examinados propiciem informação relativamente descritiva de uma população inteira.

Para a avaliação proposta, optou-se também por utilizar o diário de campo da professora, as anotações feitas pelo observador e a análise de *logs* das salas. Isso possibilitou uma diversidade maior de dados para a análise qualitativa do objeto estudado.

### 6.1.1 Amostragem e Instrumentos de Coleta de Dados

A amostra da pesquisa foi composta por trinta e dois alunos, na faixa etária entre dezessete e trinta e oito anos, de duas turmas do quarto semestre da disciplina de Métodos Computacionais do curso de Ciência da Computação da PUCRS. Essa

disciplina contempla conteúdos referentes à aritmética de ponto flutuante, resolução de equações e de sistemas e técnicas de interpolação e ajuste. A amostra, embora pequena, foi considerada adequada, pois os alunos desta disciplina utilizam suporte computacional, como o ambiente Maple, que possibilita trabalhar as práticas do conteúdo, e também porque havia o interesse da professora da disciplina em verificar se uma ferramenta síncrona de bate-papo seria viável para estabelecer discussões de matemática extra-classe. Para tanto, foram utilizados os seguintes instrumentos de coleta de dados:

- diário de campo da professora da disciplina;
- anotações do pesquisador que apontam aspectos sobre a realidade da pesquisa e registram o parecer dos alunos no momento da pesquisa;
- análise dos *logs* sobre as atividades desenvolvidas durante a sessão de bate-papo;
- questionário aberto com a seguinte pergunta: "O que você pode dizer sobre a ferramenta ChatMath quanto ao seu uso e funcionalidades (críticas e sugestões são bem vindas)?";
- questionário fechado, com questões específicas, adaptado de Kruger [KRU 2001]. Este questionário foi composto por doze perguntas referentes à eficiência do Chatmath para o ensino, sua usabilidade e funcionalidade.

Para inspeção do perfil da amostra, foi aplicado um questionário com as seguintes questões.

- Você conhece uma ferramenta de bate-papo? (Sim ou não).
- Qual você já utilizou? (Bate-papo UOL, Chat Terra, IG Papo, IRC, ICQ, MNS Messenger, Yahoo Messenger, Gráficas tipo The Palace ou OnChat), com transmissão de vídeo tipo NetMeeting ou ICUII), específicas tipo Electronic Brainstorming e Entreviste, de ambientes educacionais tipo WebCT, AulaNet, LearningSpace, outra).
- Você conhece alguma linguagem de marcação? (Sim ou não).
- Marque aquelas que você já utilizou. (HTML, XML, MATHML, outra).
- Você conhece LaTeX? (Sim ou não).
- Você já utilizou a linguagem LaTeX? (Sim ou não).

Trinta e dois alunos responderam as questões. Todos responderam que conheciam ferramentas de bate-papo. A figura 6.1 mostra o gráfico das ferramentas de bate-papo por utilizadas por eles. Pelo gráfico, verifica-se que a grande maioria conhecia o ICQ e os bate-papos do UOL e do Terra, bem como o IRC e portanto, já estavam familiarizados com as funcionalidades típicas desse tipo de ferramenta. A maioria, inclusive, já tinha utilizado mais de uma ferramenta, demonstrando, assim já ter experiência com elas.

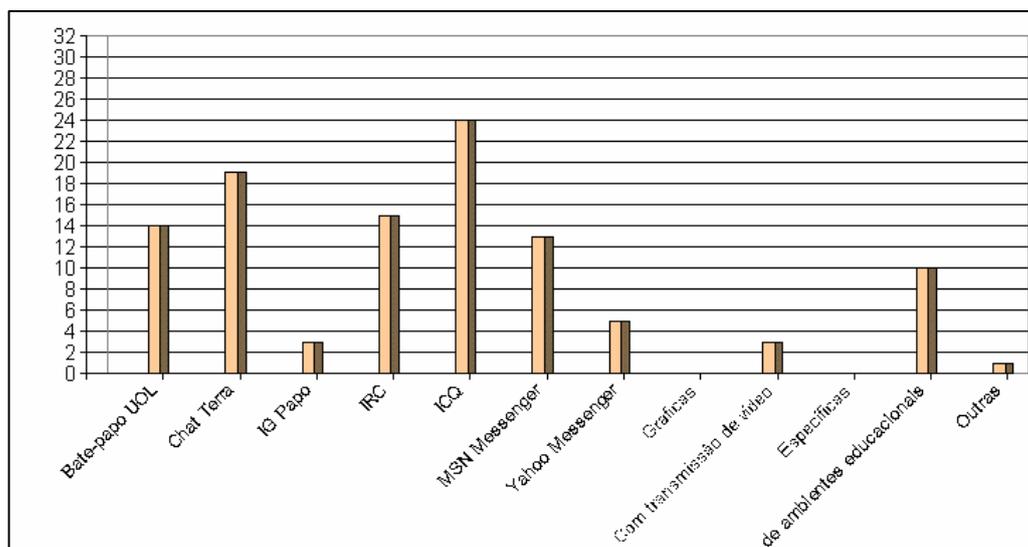


Figura 6.1: Gráfico das ferramentas de bate-papo pelo número de alunos

Em relação às linguagens de marcação, somente três alunos disseram que não as conheciam, e conforme a figura 6.2, pode-se observar que a grande maioria já tinha utilizado HTML, e menos de um terço dos alunos conhecia XML e MathML.

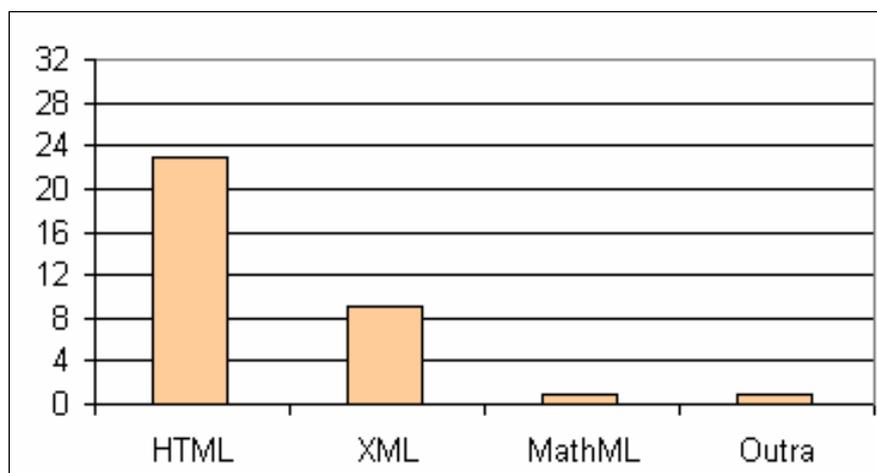


Figura 6.2: Gráfico de linguagens de marcação pelo número de alunos que as utilizam.

Com relação à linguagem LaTeX, verificou-se que praticamente um terço da amostra conhecia LaTeX. Em números absolutos, onze conheciam LaTeX e vinte e um não conheciam. Dentre esses, nove já tinham utilizado a linguagem LaTeX e vinte e três não tinham utilizado. Menos de um terços, portanto, havia utilizado a linguagem LaTeX. A figura 6.3 apresenta os gráficos com a porcentagem dos alunos que conheciam e utilizavam LaTeX.

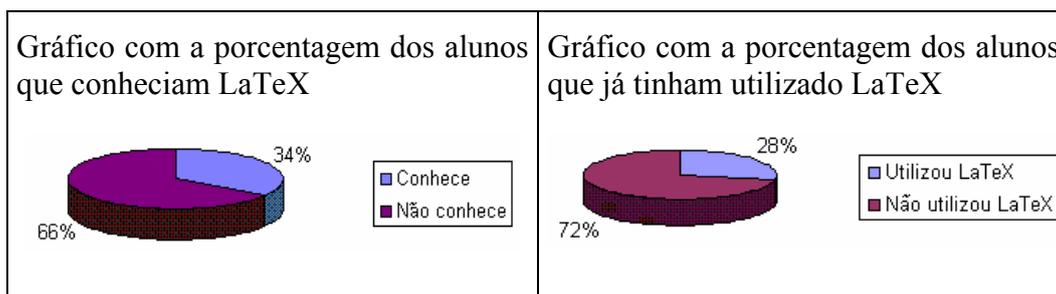


Figura 6.3: Gráficos com dados sobre a linguagem LaTeX

A amostra, portanto, abrangeu usuários não-iniciantes em ferramentas de bate-papo e pouco acostumados a utilizar a linguagem LaTeX.

### 6.1.2 Procedimentos para Coleta de Dados

Os procedimentos para coleta de dados foram divididos em duas sessões. A primeira sessão foi realizada em aula presencial com cada uma das turmas nos laboratórios de informática da FACIN/PUCRS, já utilizados pelos alunos, e teve duração de noventa 90 minutos em cada turma. A primeira turma contava com vinte e quatro alunos, que se distribuíram entre dois ou três por máquina, e a segunda turma, como oito alunos. Nesse primeiro contato, foi explicado que o objetivo da avaliação era focado no *software*, e não no desempenho dos alunos com relação à disciplina. Então, pediu-se a eles que respondessem o questionário de inspeção do perfil do público-alvo, que se encontrava na página *Web* da ferramenta. Foi também solicitado que os alunos entrassem na sala de bate-papo para trocaram idéias sobre a matéria e para terem um primeiro contato com o ChatMath. Nessa primeira sessão, o pesquisador teve papel de observador, e houve um grande interesse por parte dos alunos em dar sugestões sobre funcionalidades da ferramenta. Ocorreu que na primeira turma não houve possibilidade de instalação do *plugin* do Internet Explorer para visualização das fórmulas, o que possibilitou aos alunos testarem principalmente a parte funcional da ferramenta. Já na segunda turma, onde o *software* estava instalado, houve sugestões de usabilidade por parte dos alunos em relação ao ChatMath. Neste primeiro contato com os alunos, verificou-se o interesse deles em testar a ferramenta e dar sugestões diretamente ao pesquisador, o que resultou em alterações na ferramenta. Nesta sessão, pôde ser feita uma análise qualitativa da ferramenta.

A segunda sessão, por sua vez, foi realizada no laboratório, após uma aula expositiva, diferente da sessão de ambientação, os alunos ficaram dispersos em vários ambientes de um mesmo laboratório, e somente onze deles participaram da sessão. Esta sessão foi dirigida pela professora, que orientou a resolução de exercícios através da ferramenta. A estratégia utilizada foi lançar o enunciado de um exercício e mediar dicas para sua resolução. Tanto os alunos quanto a professora utilizaram os formalismos matemáticos para expressar suas idéias ao longo da resolução do exercício. Após esta sessão, os alunos foram convidados a responder a um questionário sobre a ferramenta. Nesta sessão, foi realizada uma análise qualitativa e uma análise quantitativa a partir do questionário fechado.

As avaliações foram realizadas na plataforma Windows 2000 versão 5000.2.155 com Service Pack 3, utilizando o navegador Internet Explorer versão 5.5, sem o *plugin* MathPlayer (primeira sessão), e com o *plugin* MathPlayer (segunda sessão). A

resolução de vídeo utilizada em todas as máquinas foi de 800 por 600 (padrão do laboratório). Os computadores possuíam a seguinte configuração: processador Pentium 4.0 com 1.6 GHz e 130 KB de memória RAM.

Cabe salientar que, entre as duas sessões, a professora da disciplina marcou uma sessão de bate-papo para tirar dúvidas sobre as provas bimestrais utilizando a ferramenta de bate-papo do ambiente WebCT. Conforme o diário de campo da professora, os alunos sentiram-se frustrados por terem que utilizar uma ferramenta que não tinha suporte para discussão de formalismos matemáticos. Apesar de poucos alunos terem participado da sessão, um deles recusou-se a continuar a conversação por não haver condições de fazê-lo no bate-papo do *WebCT*.

## 6.2 Descrição e Análise dos Resultados Obtidos

Esta seção foi dividida em análise qualitativa e quantitativa dos resultados. A análise qualitativa das respostas foi realizada a partir das anotações do observador, do diário de campo da professora, dos *logs* das aulas e do questionário aberto. Houve poucas contribuições no questionário aberto, embora os alunos tenham sugerido algumas reformulações que foram anotadas e observadas pelo pesquisador. A análise quantitativa adveio do questionário fechado. Foram apontadas sugestões para reformulação das partes funcionais e de usabilidade, principalmente quanto as funções relacionadas à entrada de dados em LaTeX. Os dados obtidos indicam uma aprovação parcial do ChatMath, porém, em situações onde o grupo de usuários tenha experiência com a marcação LaTeX, o resultado poderia ter sido diferente. Sugestões, críticas e detalhes são apresentados a seguir.

### 6.2.1 Análise Qualitativa dos Resultados

Dentre as anotações no diário de campo da professora na primeira sessão, destacam-se os itens a seguir.

- Os ícones da barra de ferramentas dos símbolos foram essenciais para o estabelecimento da discussão através da ferramenta, porém foi necessário apresentar algumas explicações sobre os delimitadores matemáticos do LaTeX. Isto porque muitos alunos inseriam a notação LaTeX através da barra de ferramentas, mas esqueciam de colocá-la entre os delimitadores, fazendo com que as equações fossem visualizadas no ChatMath no formato texto. Como forma de solucionar o problema, foi inserida uma funcionalidade nos ícones da barra de ferramentas dos símbolos matemáticos para inclusão de delimitadores.
- Para os alunos acostumados com a notação LaTeX, a ferramenta mostrou-se de fácil utilização, porém a inclusão de um link com exemplos de fórmulas editadas em LaTeX é uma boa opção para facilitar a compreensão sobre como utilizar o LaTeX no ChatMath; de qualquer maneira, a ferramenta fomentou a curiosidade dos alunos com relação às linguagens de marcação LaTeX e MathML.
- Observou-se também que todas as mensagens dos alunos foram enviadas com sucesso, porém no início da conversação verificou-se uma certa demora (de 2 a 3 segundos) para visualizar as mensagens enviadas.

Da segunda sessão, destacam-se os seguintes itens.

- Percebeu-se que, embora a ferramenta de bate-papo seja tipicamente informal, a tarefa solicitada foi realizada com êxito através dela. O Anexo H transcreve uma parte dessa interação.
- Os alunos aproveitaram a sessão para tirar dúvidas e utilizaram adequadamente a notação LaTeX, apesar de terem ocorrido ainda alguns problemas quanto à inclusão de delimitadores LaTeX.
- Sob o ponto de vista educacional, a utilização de formalismos matemáticos colaborou para o melhor entendimento das orientações/dicas do professor. O bate-papo deixou os alunos à vontade para perguntar e sugerir, mesmo que não soubessem o conteúdo. A professora pôde continuar o desenvolvimento das discussões iniciadas em aula (momento síncrono presencial) sem perda de ritmo ou qualidade das argumentações apresentadas e que dependiam da apresentação de formalismos. Os alunos que participaram dessa sessão declararam ter gostado de participar da aula via ChatMath. A professora pôde verificar através das respostas dos alunos, o entendimento individual dos conteúdos discutidos.

Ao término da avaliação, a professora da disciplina fez o seguinte parecer sobre a ferramenta:

A escassez de recursos computacionais para suporte ao ensino de ciências exatas faz do ChatMath uma ferramenta importante para o ensino. Em especial, para a condução/estabelecimento de raciocínios específicos para a resolução de problemas. Observando o uso da ferramenta nas aulas de Métodos Computacionais foi possível constatar que a visualização de fórmulas matemáticas diretamente no *browser* é extremamente importante para o ensino dessa disciplina. Esta afirmação toma por base a dificuldade de compreensão imediata de formalismos matemáticos escritos através de uma pseudo linguagem (como é o caso da utilização de símbolos textuais usuais para apresentar funções, matemáticas específicas. Ex:  $x^2 \leftrightarrow x^2$ ). Isso repercute diretamente no desenvolvimento de raciocínios mais elaborados, pois além de estar atento para o encadeamento lógico de idéias o aluno tem que decodificar permanentemente o que está escrito em linguagem textual. O nível de abstração associado a realização simultânea das duas atividades acaba por comprometer o desenvolvimento de idéias mais elaboradas, e por conseguinte o desenvolvimento do raciocínio lógico formal. Assim, se não existir uma alternativa como a oferecida pelo ChatMath, não é viável o uso de computadores para o estabelecimento de uma rede de comunicação baseada em formalismos matemáticos, via Web.

Dentre as anotações feitas pelo pesquisador na primeira sessão da pesquisa, destacam-se os itens a seguir.

- A parte funcional da ferramenta foi bastante comentada pelos alunos, o que possibilitou a inclusão de funções, como o monitoramento do IP do aluno, para identificação de usuários quanto a uso indevido da ferramenta, ou mesmo seu bloqueio.
- Alguns alunos da primeira turma da primeira sessão inseriram, na entrada das mensagens, *tags* HTML e comandos Javascript (figura 6.4) e isso não havia sido previsto no projeto. Alguns conseguiram, até mesmo alterar o cabeçalho da mensagem. A solução encontrada foi filtrar as mensagens que continham código HTML. Foi sugerido por um aluno que a ferramenta possuísse um seletor para

permitir a inclusão de *tags* no módulo administrador, conforme a necessidade do professor.

```
(16:29:58) Roberto fala para TODOS : cliquem
<a href="#" javascript:window.close()">aqui</a>

(16:38:41) Usuário12 fala para TODOS : <input type="button" value="clique
aqui" onClick="window.location='http://www.terra.com.br'">
```

Figura 6.4: Entradas de HTML e *javascript* feitas pelos alunos no ChatMath

- Na primeira turma da primeira sessão, o *plugin* MathPlayer não havia sido instalado no laboratório, e ao usar o *software*, os alunos verificaram que as mensagens em notação LaTeX não eram visualizadas no formato usual de matemática. Verificou-se, no entanto, a necessidade de adicionar ao ChatMath uma função que detecte o MathPlayer automaticamente e requeira sua instalação, caso seja necessário.
- Foram retirados ícones da barra de ferramentas que eram repetitivos ou que não tinham uma terminologia adequada.
- A exibição da notação em vermelho, a fim de alertar que ocorreu um erro na edição da fórmula não foi entendido por alguns alunos no primeiro momento. A solução encontrada foi deixar em vermelho somente a parte da fórmula que continha um erro de LaTeX.
- Como os usuários são da área de informática, e como na primeira turma não havia sido instalado o MathPlayer para visualização dos formalismos matemáticos, houve a possibilidade dos usuários testarem as partes funcionais típicas de uma ferramenta de bate-papo. Também observou-se, por parte dos alunos, uma conversa direta e informal com o pesquisador e com a professora, o que facilitou a avaliação qualitativa da ferramenta. Pôde-se notar que os parâmetros utilizados por esses usuários para testar o ChatMath foram a partir de ferramentas de bate-papo já conhecidas. Neste sentido, eles utilizaram todos os objetos de interface presentes na sala de bate-papo.
- Na segunda turma, havia sido instalado o MathPlayer, e portanto, a ferramenta pôde ser plenamente utilizada. Verificou-se que nenhum aluno dessa turma sabia LaTeX. Embora não tenha sido solicitada uma tarefa específica para esses alunos, através da exploração da ferramenta, eles acabaram por “aprender” a utilizar a marcação básica do LaTeX. Os ícones da barra de ferramentas com os símbolos matemáticos auxiliaram nessa tarefa. Analisando os *logs*, foi possível verificar alguns erros cometidos, como a não-inclusão de delimitadores nas equações e a existência de erros na formação da notação LaTeX.

Da segunda sessão, destacam-se os seguintes itens.

- Houve uma demora por parte de alguns usuários para responder as perguntas da professora, pois não estavam acostumados com a notação LaTeX, mesmo assim eles conseguiram completar as tarefas com êxito a partir do exemplo enviado pela professora, e utilizando os ícones com fórmulas em LaTeX das fórmulas enviadas no texto da professora.

- Percebeu-se também que seria interessante aumentar o tamanho da caixa de entrada de mensagens a fim de possibilitar a inclusão de frases maiores, ou seja, além dos 80 caracteres usualmente visíveis.
- Os formalismos matemáticos enviados através de mensagens podem ser recuperados a partir do ícone colocado ao lado da fórmula. Observou-se, no entanto, que poucos usuários utilizaram esse recurso. A professora teve que mencioná-lo em uma de suas falas (figura 6.5) a fim de fosse percebido e utilizado por eles.

(16:50:49) Guilherme fala para TODOS: Como faço para inserir as fórmulas?  
 (16:50:52) bea fala para Guilherme: Você deve colocar as fórmulas entre o delimitador \$. Você também pode clicar no ícone ao lado da fórmula enviada para visualizá-la

Figura 6.5: Transcrição de uma parte da conversação no ChatMath

A partir dos *logs* das duas sessões da pesquisa, pôde-se concluir que os alunos conseguiram utilizar o ChatMath para trocar formalismos, embora isso tenha sido feito de forma limitada. Percebeu-se também que eles utilizaram recursos como *emoticons* e escolha do destinatário.

Somente dois alunos responderam ao questionário aberto, e suas reclamações foram quanto a não saberem a marcação LaTeX. Embora tenha sido elaborado e disponibilizado um guia de ajuda de LaTeX um dos alunos disse que não havia encontrado o link de ajuda. A solução encontrada foi inserir um ícone mais significativo para ajuda na tela da sala de bate-papo.

### 6.2.2 Análise Quantitativa dos Resultados

Somente dez alunos responderam às doze perguntas do questionário fechado. O resultado deste questionário é apresentado na tabela 6.2. As opções de respostas observam uma escala de gradação que segue um gradiente em termos de concordância a discordância. Em cada questão, os alunos assinalaram o grau de avaliação do ChatMath em termos de "concordo totalmente", "concordo parcialmente", "não concordo nem discordo", "discordo parcialmente" e "discordo totalmente". Esse tipo de questionário ressalva as respostas positivas, negativas e irrelevantes em relação ao *software* avaliado. Esse modelo de gradiente foi retirado de Kruger [KRU 2001]. As perguntas foram adaptadas do texto de Kruger pelo pesquisador, juntamente com a professora, e referem-se a aspectos relativos à usabilidade, funcionalidade, eficiência como ferramenta educacional e interatividade. A tabela 6.2 mostra as respostas dos alunos.

Tabela 6.2: Resultado do questionário fechado

	<b>Concordo plenamente</b>	<b>Concordo parcialmente</b>	<b>Não concordo nem discordo</b>	<b>Discordo parcialmente</b>	<b>Discordo Totalmente</b>
1. O ChatMath apresentou novidades?	80%	10%	10%		
2. O conteúdo apresentado pelo ChatMath é suficiente para utilizá-lo?		80%	20%		
3. As funções oferecidas pelo ChatMath têm uso prático?	60%	30%	10%		
4. O ChatMath é útil para discutir matemática através da Web?	70%	30%			
5. A interação com seus colegas foi agradável, ou seja, você sentiu-se bem utilizando o ChatMath?	20%	40%	40%		
6. O ChatMath é de fácil utilização, não exigindo um estudo maior, além de saber LaTeX?	50%	20%	30%		
7. O ChatMath auxilia o aprendizado de LaTeX?	30%	50%	20%		
8. O ChatMath oferece ajuda a novos usuários?	20%	40%	30%	10%	
9. Você considera o ChatMath uma ferramenta adequada para auxiliar aulas que necessitem a utilização de textos matemáticos?	50%	30%	10%	10%	
10. O acesso ao ChatMath é garantido e confiável?	70%		30%		
11. A velocidade de processamento é boa?	20%	40%	40%		
12. As falhas que acontecem podem ser recuperadas?	30%	30%	40%		

A avaliação demonstrou que o ChatMath possui recursos que motivaram os alunos a explorar a ferramenta, e que as funções disponíveis foram efetivamente utilizadas pelos usuários.

Quanto aos resultados advindo da tabela 6.2, verificou-se que:

- quanto à usabilidade (referentes às perguntas 2, 6, 8 e 12), pôde-se notar que um número satisfatório respondeu que o conteúdo do ChatMath é suficiente para utilizá-lo e que é de fácil utilização, provavelmente porque a maioria já está acostumada com as ferramentas de bate-papo. Somente 60% deles responderam que o *software* oferece ajuda a novos usuários. Também se constata que as falhas que acontecem devem ser revistas para aumentar sua operacionalidade.

- quanto à funcionalidade (referentes às perguntas 1, 3, 10 e 11) pôde-se verificar que o ChatMath efetivamente apresentou novidades, e que suas funções têm uso prático. Sua velocidade de processamento deve ser revisada, pois somente 20% da amostra concordou plenamente com este item.
- quanto à sua eficiência como ferramenta educacional (referentes às perguntas 4, 7 e 9), pôde-se verificar que a grande maioria dos usuários, quase que em sua totalidade, concordou plenamente, ou com algumas restrições, que o ChatMath é útil para discutir matemática através da *Web*, que ele pode auxiliar no aprendizado do LaTeX e que ele é adequado para auxiliar nas aulas que necessitem a utilização de textos matemáticos.
- quanto à interatividade (referente à pergunta 5), verificou-se que muitos não se sentiram plenamente confortáveis utilizando a ferramenta, o que provavelmente aconteceu pelo fato da maioria não estar acostumada com a marcação LaTeX ou pelo fato de ser uma novidade o uso de um bate-papo em sala de aula para troca de textos matemáticos.

A partir da análise do questionário fechado verificou-se a necessidade de uma reavaliação mais detalhada da ferramenta, visando detalhes de operabilidade do *software* (falhas, desempenho, entre outras). Há também a necessidade de verificar a garantia de acesso ao ChatMath em máquinas mais antigas e em *browsers* diferentes, como por exemplo, o Netscape.

### 6.3 Considerações Finais

Devido ao número da amostragem e duração da avaliação, a pesquisa apresenta limitações. É possível questionar o grau de generalização dos resultados do questionário fechado, uma vez que somente dez estudantes o responderam e ocorreram somente duas sessões de avaliação. O número reduzido de alunos possibilitou ao pesquisador um contato mais personalizado e informal com eles, revelando fatores que poderiam ser verificados somente na análise qualitativa. Também ocorreram alguns elementos de interferência no resultado da pesquisa: a carência de representatividade da população-alvo disponível (pequeno número de indivíduos ou indivíduos não-pertinentes à população a qual se destina a pesquisa); a representatividade não pôde ser totalmente controlada.

Os dados obtidos demonstram que o protótipo foi aceito pelo público-alvo, principalmente quanto à sua utilização para troca de textos matemáticos na *Web*, embora tenham sido apontadas sugestões na área computacional e de usabilidade. Conforme a resposta da quarta pergunta do questionário fechado (tabela 6.2), verificou-se que todos os alunos são favoráveis à utilização da ferramenta para troca de textos matemáticos pela *Web*, e 80% disseram que a ferramenta é adequada para auxiliar aulas que necessitem da utilização de textos matemáticos. Há, pois, a necessidade de se fazer as alterações sugeridas e aplicar novamente a avaliação, se possível com uma população maior, ou com avaliação sistemática nas aulas da disciplina. A divisão da amostra em usuários experientes e novatos em marcação LaTeX resultaria numa avaliação melhor quanto aos itens de satisfação e eficiência da ferramenta para cada tipo de usuário.

## 7 CONCLUSÃO

Esse trabalho apresentou o projeto de uma ferramenta de comunicação textual, com visualização gráfica de formalismos matemáticos; o desenvolvimento de um protótipo com facilidades de integração a outros ambientes virtuais e com características que permitem portabilidade de dados através de marcações padronizadas; e a avaliação dessa ferramenta quanto à usabilidade, funcionalidade e eficiência dentro do contexto educacional.

No primeiro capítulo, foi apresentado um questionamento com o objetivo de verificar se um aplicativo síncrono, o ChatMath, seria efetivamente útil para a troca de textos matemáticos na *Web*. Pela avaliação feita (capítulo 6) verificou-se que, no contexto educacional, o protótipo contribuiu satisfatoriamente para a aprendizagem dos alunos embora tenham sido sugeridas algumas modificações.

As contribuições, resultados obtidos, limitações e trabalhos futuros são descritos a seguir.

### 7.1 Contribuições e Resultados Obtidos

Dentre as contribuições referentes ao protótipo ChatMath, pode-se citar que: permite a troca de formalismos matemáticos de forma síncrona; não necessita ser instalado pelo usuário, pois é executado na *Web*; pode ser integrado a ambientes virtuais já existentes, ou remodelado para esses ambientes, caso seja necessário; aceita entrada LaTeX e gera saídas LaTeX e MathML, geradas a partir do armazenamento das interações dos usuários nas salas de bate-papo; seus *logs* podem ser utilizados em outros aplicativos de matemática que aceitem marcações LaTeX e MathML; o módulo que traduz LaTeX para MathML pode ser utilizado individualmente ou acoplado a outra ferramenta; a alteração/adição de funções tende a ser facilitada, pois a ferramenta foi implementada em módulos, retringindo o risco de erros ao módulo manipulado; possui código aberto e livre.

Comparando a ferramenta ChatMath com outros aplicativos, pode-se dizer que ela apresenta muitas das características presentes em ferramentas de bate-papo, faz uso de marcações presentes em ambientes de matemática e, em comparação com os editores de texto MathML e LaTeX existentes, destaca-se por ser síncrona. As tabelas a seguir detalham essas características.

A tabela 7.1 apresenta as características das ferramentas de bate-papo de ambientes de gerenciamento de curso e também àquelas presentes no ChatMath. Ao analisar essa tabela é possível constatar que o ChatMath não permite a gravação da conversa por

qualquer usuário, embora essa função possa ser desenvolvida. Essa função não foi incluída nesse protótipo, pois se optou que o controle da disponibilização dos *logs* ficaria a cargo do administrador da sala. Cabe salientar que as ferramentas de bate-papo desses ambientes não possuem suporte para troca de formalismos matemáticos de forma síncrona, limitando assim sua utilização para esse fim.

Tabela 7.1: Tabela de comparação de características presentes no ChatMath e em ferramentas de bate-papo de ambientes de gerenciamento de cursos.

<b>Características de ferramentas de bate-papo de ambientes de aprendizagem</b>	<b>WebCT</b>	<b>Learning Space</b>	<b>AulaNet</b>	<b>TeleEduc</b>	<b>ChatMath</b>
Permite registro das conversa das salas de bate-papo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Permite conversa reservada entre usuários de uma sessão?	Não	Não	Não	Não	Sim
Permite escolha de ícones gráficos para associar às mensagens?	Não	Não	Não	Não	Sim
Permite gravação da conversa por qualquer usuário?	Não	Sim	Sim	Não	Não
Relaciona os nomes de todos os usuários da sessão?	Sim	Não	Sim	Sim	Sim

A tabela 7.2 apresenta algumas características dos ambientes matemáticos usuais. Verifica-se que todos eles aceitam entradas MathML, portanto, pode-se utilizar a saída MathML gerada no ChatMath como entrada de dados para esses ambientes. Nessa tabela verifica-se também que, com exceção do ambiente educacional I-mat, nenhum deles possui ferramentas síncronas de matemática.

Tabela 7.2: Tabela de comparação de características presentes em ambientes de matemática e no ChatMath.

<b>Características dos ambientes de matemática</b>	<b>Maple</b>	<b>Mathematica</b>	<b>MathCad</b>	<b>I-mat</b>	<b>ChatMath</b>
Pode ser executado na Web	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Permite troca de textos matemáticos síncronos	Não	Não	Não	Sim	Sim
Aceita marcação MathML	Entrada/Saída	Entrada/Saída	Entrada/Saída	Entrada/Saída	Saída
Aceita marcação LaTeX	Entrada/Saída	Entrada/Saída	Não aceita	Não aceita	Entrada/Saída

A tabela 7.3 apresenta algumas características presentes em editores que utilizam marcações matemáticas e no ChatMath. Assim como na tabela 7.2, verifica-se que os dados trocados nas salas do ChatMath podem ser utilizados pelos editores que aceitam

MathML e LaTeX. A principal desvantagem do ChatMath em relação a esses ambientes é que a entrada de formalismos matemáticos não pode ser feita no modo WYSIWIG.

Tabela 7.3: Tabela de comparação de características presentes em editores de textos matemáticos e no ChatMath.

Características dos editores com linguagem de marcação matemática	EzMath	MathMLed	MathType	Equation Editor	WebEQ	ChatMath
Serviço oferecido	Gratuito	Gratuito	Proprietário	Proprietário	Proprietário	Gratuito
Plataforma	Standalone (Windows)	Web	Standalone (Mac/Windows)	Standalone (Windows)	Web	Web
Aceita marcação	MathML e marcação própria	MathML e HTML	MathML, TeX e LaTeX	Marcação própria ou imagem	MathML e WebTeX	MathML (Saída) e TeX (E/S)

Um ponto importante a ser citado é que os *logs* do ChatMath podem ser utilizados pelos tradutores e conversores de LaTeX e MathML citados nas seções 4.2.2 e 4.2.3 do capítulo 4.

Com relação ao seu uso, é importante salientar que, sendo o ChatMath uma ferramenta de comunicação, ela pode ser utilizada modularmente ou em ambientes virtuais em geral (educacionais ou não) que necessitem de uma ferramenta de comunicação textual com possibilidade de inclusão e visualização de formalismos matemáticos diretamente no navegador *Web*. Sua utilização, portanto, viabiliza a formação de uma rede de comunicação através da *Web*.

Os resultados obtidos na avaliação do protótipo mostraram que, dentro do contexto educacional, ele foi aprovado tanto pelo professor (parecer dado) quanto pelos alunos (respostas dos questionários fechados), embora tenham sido feitas algumas sugestões de modificações na parte de funcionalidade e usabilidade, encontradas no Anexo I. Dentre esses resultados, verificou-se, por exemplo, que a ferramenta pode auxiliar o aluno na montagem e visualização da marcação LaTeX, embora esse não seja o seu enfoque. Outro ponto importante, destacado pela professora que avaliou o protótipo, foi que o ChatMath diminui o processo de abstração dos formalismos matemáticos, pois possibilita a visualização do texto matemático em seu formato usual na tela do computador, o que não acontece com ferramentas de bate-papo em geral, como por exemplo, a ferramenta de bate-papo do WebCT.

### 7.1.1 Publicações

Foram submetidos três trabalhos que estão listados a seguir:

- O Uso de Uma Ferramenta Síncrona para Discussão de Textos Matemáticos em Cursos Virtuais. Artigo aceito no X Congresso Internacional de Educação a Distancia da ABED realizado de 1 a 5 de outubro de 2003 em Porto Alegre;
- ChatMath - Uma Ferramenta para Troca de Formalismos Matemáticos na *Web*. Artigo aceito no XIV Simpósio de Informática na Educação, SBIE 2003, realizado de 12 a 14 de novembro de 2003 no Rio de Janeiro;

- ChaMath – Doing your Mathematical Communication Network over the Web. Revista Education and Information Technologies. Kluwer Academic Publisher (artigo submetido).

### 7.1.2 Integração do Bate-papo

Há pelo menos duas possibilidades de integração do ChatMath em ambientes virtuais. A primeira é através da instalação da ferramenta em servidores de aplicação que utilizem PHP, e sua disponibilização para Web através de uma URL. Para isso é necessário dispor de um servidor de aplicação PHP versão 4.2.3 e de um banco de dados MySQL. A segunda é através de sua adaptação ao ambiente em questão, a fim de que a ferramenta possa fazer parte desse ambiente e possa ser monitorada por ele. Neste caso, além de ser necessário o servidor de aplicação PHP citado, é necessário um desenvolvedor PHP para fazer as alterações na base de dados e no código da ferramenta, caso sejam necessárias novas funções e a integração da base de dados do ChatMath a base de dados do ambiente.

### 7.1.3 Metodologia de Avaliação

A metodologia utilizada na avaliação teve como base a avaliação feita por Krüger [KRU 2001] para o aplicativo STR. Utilizou-se o método descritivo de corte transversal, com uma só coleta de dados (questionário fechado e questionário aberto). A fim de possibilitar e diversificar a análise qualitativa dos dados, também foram utilizados os dados coletados no diário de campo da professora, nas anotações feitas pelo pesquisador e os *logs* das interações das salas do ChatMath. Um ponto importante a destacar na pesquisa foi à aproximação direta do usuário com o observador, o que enriqueceu a pesquisa de detalhes qualitativos, caracterizando-a como formativa informal.

A análise quantitativa dos dados demonstrou uma necessidade de reformulação das perguntas do questionário fechado, a fim de que possam ser pontuadas com maior precisão informações sobre funcionalidade e usabilidade da ferramenta.

A análise qualitativa dos dados, principalmente com as observações feitas pelo pesquisador e pelo diário de campo da professora, foram muito importantes, pois mostraram problemas e características da ferramenta que não tinham sido pensadas no início do projeto.

### 7.1.4 Outros Aspectos

Outros aspectos referentes ao trabalho que podem ser destacados são:

- o módulo de tratamento de formalismos matemáticos pode ser adaptado a outras ferramentas *Web* que necessitem de um tradutor LaTeX-MathML. Esse módulo necessita somente de uma entrada LaTeX para gerar saídas MathML que são enviadas para o banco de dados MySQL e para arquivos do tipo texto;
- a utilização de heurísticas de usabilidade (Anexo E) minimizaram em grande parte os problemas de usabilidade do *software* e abriram o campo de visão do pesquisador;
- a dissertação constitui um *survey* sobre linguagens de marcação para matemática, com destaque para a documentação do MathML;

## 7.2 Limitações

Dentre as limitações da ferramenta ChatMath pode-se dizer que:

- a não utilização de entradas visuais dos formalismos matemáticos tende a limitar o uso da ferramenta por pessoas que não saibam essa notação, porém não as exclui do contexto, pois foram inseridos mecanismos de interface e exemplos que auxiliam no saneamento dessa limitação;
- A disponibilização dos *logs*, nesse primeiro protótipo, ficou a cargo do administrador da sala.
- O equipamento mínimo testado para executar o ChatMath foi um Pentium 100MZ, 128Kb de RAM e com conexão através do modem US Robotics 33.600. Embora as respostas trocadas a partir do equipamento tenham sido mais demoradas que nos equipamentos utilizados na pesquisa de avaliação, a ferramenta funcionou a contento.
- Embora a escolha da marcação LaTeX possa ter sido um fator limitante de uso da ferramenta, sua escolha se fundamenta no fato dessa marcação ser a mais utilizada pela comunidade acadêmica, um exemplo disso é seu uso em listas de discussões telemáticas, como é o caso das listas de Teoria da Computação, de complexidade de algoritmos e de Linguagens Formais do SBC.

## 7.3 Trabalhos Futuros

O protótipo ChatMath, embora tenha sido aprovado pela comunidade estudada, necessita de mais avaliações para consolidar a hipótese levantada no trabalho. Contextos como cursos de ensino totalmente virtuais e sua utilização por acadêmicos acostumados com o módulo de matemática do LaTeX devem ser estudados para que a ferramenta possa consolidar seu uso. A inclusão das sugestões identificadas na avaliação do protótipo (Anexo I) e a implementação dos demais símbolos matemáticos que não foram inseridos devem ser realizados.

Outros pontos que também devem ser avaliados são: a utilização da ferramenta com outros navegadores e *plugins* que possibilitam a visualização do MathML (pois nas avaliações realizadas foi utilizado somente o Internet Explorer com *plugin* MathPlayer); constatação do funcionamento de funções *javascript* em outros navegadores.

O desenvolvimento de um módulo gráfico para entrada de dados em modo visual seria a fase seguinte de desenvolvimento deste protótipo a fim de que ele possa atingir um público maior. A inclusão de elementos de conteúdo MathML também poderia auxiliar ainda mais os usuários da ferramenta, pois lhes daria a possibilidade de realizar cálculos numéricos sobre as fórmulas trocadas.

Outros trabalhos sugeridos para aumentar o poder de uso e funcionalidades do ChatMath são descritos a seguir: utilizar um apontador interativo no qual o intermediador da sala de bate-papo, possa apontar o assunto ao qual está se referindo; anexar a um *whiteboard* não compartilhado o módulo de tratamento de formalismos, para que o professor possa inserir a matéria neste *whiteboard* e os alunos possam interagir com o professor através do ChatMath; adaptar a ferramenta para os modelos de ferramentas de bate-papo sugeridos por Oeiras [OEI 2002], dentre eles: ferramenta de bate-papo para entrevistas; ferramenta de bate-papo para seminários e ferramenta de

bate-papo para painéis; utilizar como base a modelagem feita no trabalho de Pimentel [PIM 2002] para minimizar a perda de controle de texto no ChatMath.

## REFERÊNCIAS

- [AUS 2002] AUSBROOKS, R.; BUSWELL, S.; DALMAS, E. et al. **Mathematical Markup Language - Version 2.0**. 2001. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/MathML2>>. Acesso em: jul. 2002.
- [BAR 99] BARCELLOS, G. C.; BARANAUSKAS, M. C. C. Interfaces para Comunicação Eletrônica e o Contexto da Criança. In: WIE V WORKSHOP DE INFORMATICA NA ESCOLA, WIE, 5., 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: EntreLugar, 1999. v.1, p.771-785.
- [BAX 2001] BAX, M. P. Introdução às Linguagens de Marcas. **Ciência da Informação**. Brasília, v.30, n.1, p.32 - 38. 2001.
- [BRA 2003] BRAMANET logiciel de traduction des mathématiques en braille. Disponível em: <<http://handy.univ-lyon1.fr/projets/bramanet/>>. Acesso em: ago. 2003.
- [CAP 2000] CAPROTTI, O.; CARLISLE, D.P.; COHEN, A.M. **The OpenMath Standard. The Open Math Esprit Consortium**. 2000. Disponível em: <<http://monet.nag.co.uk/cocoon/openmath/standard/omstd.pdf>>. Acesso em: jan. 2003.
- [CNE 2002] CNET NETWORKS, INC. **ICQ Pro 2003a Beta Build 3800**. Disponível em: <<http://download.com.com/3120-20-0.html?qt=icq&tg=dl-2001>> Acesso em: mar. 2003.
- [COL 2002] COLLA, A.; FRANCIOSI, B.R.T. **Possibilidades de Uso do Bate-papo como Ferramenta de Ensino**. Notas de Aula (PUC-RS Virtual). 2003. Disponível em: <<mailto:bea@inf.pucrs.br>>.
- [CON 2001] CONVERSE, T. **PHP 4: a bíblia**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

- [CYB 2003] CYBRATION. **ICUII Vídeo Chat**. Disponível em: <<http://www.icuii.com>>. Acesso em: mar. 2003.
- [DIA 2002] DIAS, C. **Usabilidade na Web**: criando portais mais acessíveis. Brasília: AltaBooks, 2002.
- [DOO 2002] DOOB, M. **A Manual for Self-study**. 2002 Online Manual, Department of Mathematics, University of Manitoba, Manitoba, Canada. Disponível em: <<http://www.ctan.org/tex-aarchive/info/gentle/gentle.pdf?action=/search/>>. Acesso em: ago. 2002.
- [EIT 2003] EITAN M. G. **TeX4ht**: LaTeX and TeX for Hypertext. 2003. Disponível em: <<http://www.cis.ohio-state.edu/~gurari/TeX4ht/mn.html>>. Acesso em: mai. 2003.
- [ELK 2003] ELKNER, J. **User Guide to WB**. Disponível em: <<http://ivs.cs.uni-magdeburg.de/~elkner/Mbone/tools/user-wb.html>> Acesso em: mar. 2003.
- [EST 2001] SITES Brasileiros de Informação Registram Audiência Recorde. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 12 set. 2001. Disponível em: <<http://www.estado.estadao.com.br/editorias/2001/09/12/int031.html>>. Acesso em: out. 2002.
- [FIS 2000] FISHMAN, J. **Electronic Communication Tools in the Classroom**: student and environmental characteristics as predictors of adoption. 2000. Disponível em: <<http://www.covis.nwu.edu/info/papers/pdf/polman-aera-95.pdf>>. Acesso em: out. 2002.
- [FRO 2003] FROUMENTIN, M. **Mathematics on the Web with MathML**. World Wide Web Consortium, 2003. Disponível em: <[www.w3c.org/MathML](http://www.w3c.org/MathML)>. Acesso em : fev. 2003.
- [FRO 2003] FROUMENTIN, M. **Mathematics on the Web with MathML**. World Wide Web Consortium, 2003. Disponível em: <[http://www.ercim.org/publication/Ercim\\_News/enw50/froumentin.htm](http://www.ercim.org/publication/Ercim_News/enw50/froumentin.htm)> Acesso em: mar. 2003.
- [GLO 2003] GLOBO.COM. **Psiu.com**. Disponível em: <<http://psiu.com.br>>. Acesso em: mar. 2003.
- [GRO 2003] GROUPSYSTEMS.COM. **Eletronic Brainstorming**. Disponível em: <[www.groupsystems.com/demos/tools\\_eb.htm](http://www.groupsystems.com/demos/tools_eb.htm)>. Acesso em: mar. 2003.

- [HAN 88] HANNAFIN, M. J; PECK, K. L. **The Design, Development and Evaluation of Instructional Software**. New York: Macmillan, 1988.
- [HAR 96] HARTLEY, S.; JONES, D.; MEDLEY, D. et al. Enhancing Teaching Using the Internet: report of the working group on the World Wide Web as an interactive teaching resource. In: CONFERENCE INTEGRATING TECHNOLOGY INTO COMPUTER SCIENCE EDUCATION, ITICSE, 1., 1996. Barcelona. **Proceedings...** Barcelona: ACM Press, 1996. p. 218-228.
- [HER 2000] HERNANDES, C. A. M.; FALCÃO, S. D.; SANTANA, R.A. Sobre o Uso do Chat como Ferramenta Auxiliar de Ensino e Aprendizagem no Curso de Mestrado em Informática da Universidade Católica de Brasília. **Revista Tecnológica de Informática**, Brasília, v.2, n.1, p. 29-35, dez. 2000.
- [IBM 2003] IBM. **Techexplorer User Guide**. Disponível em: <<ftp://ftp.software.ibm.com/software/network/techexplorer/publications/usersguide31.zip>>. Acesso em: set. 2002.
- [ICQ 2003a] ICQ. **What is ICQ?** Disponível em: <<http://www.icq.com/products/whatisicq.html>>. Acesso em: mar. 2003.
- [ICQ 2003b] **ICQ2GO**. Disponível em: <<http://go.icq.com/>>. Acesso em: mar. 2003.
- [INT 2003] INTERNET Grátis – IG. **Igpapo**. Disponível em: <[www.igpapo.com.br](http://www.igpapo.com.br)>. Acesso em: mar. 2003.
- [ISE 2000] ISENHOUR, P.L.; CARROLL, J.M.; NEALE, D.C. et al. The Virtual School: an integrated collaborative environment for the classroom. **Educational Technology and Society**, [S.l.], v.3, n.3, 2000. Special Issue on "On-Line Collaborative Learning Environments". Disponível em: <<http://linc.cs.vt.edu/papers/2000/IsCaNeRoDu2000-VirtualSchool-IFETS.pdf>>. Acesso em: ago. 2002.
- [ITE 2002] ITEX2MML - Introduction to ITEX. 2002. Disponível em: <<http://pear.math.pitt.edu/mathzilla/itex2mmlItex.html>>. Acesso em: ago. 2002.
- [JEU 2003] JEUCLID project. Disponível em: <<http://jeuclid.sourceforge.net/>>. Acesso em: jan. 2003.
- [KIS 2002] KIST, T. **Especificação de uma Metodologia de Avaliação para ambientes de Gerenciamento de Cursos a Distância**. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, 2002.

- [KNU 86] KNUTH, D.E. **The TeXbook**. Reading: Addison-Wesley, 1986.
- [KRU 2001] KRUGER, S. E.; FRITSCH, E.; VICCARI, R.M. Avaliação Pedagógica do Software STR. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Florianópolis, v.8, p. 21-33. 2001.
- [LAM 86] LAMPORT, L. **LaTeX: a document preparation system**. Reading: Addison-Wesley, 1986.
- [LAR 99] LARSEN, R. W. **Introduction to Mathcad**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999.
- [LOT 2002] LOTUS. **LearningSpace-Virtual – Student Guide**. 2002. Disponível em: <[http://doc.notes.net/uafiles.nsf/docs/lvc11/\\$File/lvcstudent11.pdf](http://doc.notes.net/uafiles.nsf/docs/lvc11/$File/lvcstudent11.pdf)>. Acesso em: nov. 2002.
- [MAC 99] MACHADO, J. A. P. **Sistemas de Gerenciamento para Ensino a Distância**. 1999. 80f. Trabalho Individual (Mestrado em Ciência da Computação) - Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- [MAG 98] MAGALHÃES, L. P. et al. **Sapiens – Ambiente Colaborativo para Apoio à Aprendizagem**. 1998. Projeto de Pesquisa, Unicamp, Campinas. Disponível em: <<http://www.dca.fee.unicamp.br/projects/sapiens/Reports/sumsap.pdf>>. Acesso em: out. 2002.
- [MAR 2000] MARCHAL, Benoît. **XML: conceitos e aplicações**. São Paulo: Berkeley, 2000.
- [MAT 1996] MATHPLAYER Design Science. Disponível em: <<http://www.mathtype.com>>. Acesso em: ago. 2002.
- [MAT 2002] MATHML Implementations Page. 2002. Disponível em: <<http://www.w3.org/Math/implementations.html>>. Acesso em: jul. 2002.
- [MED 2000] MEDIA SUPERCOLLIDER INC. **OnChat**. Disponível em: <[www.onchat.com](http://www.onchat.com)>. Acesso em: mar. 2003.
- [MEL 2002] MELO, A. C. **Desenvolvendo Aplicações com UML**. Rio de Janeiro: Brasport, 2002.
- [MIC 1999] MICROSOFT CORPORATION. **Whiteboard Netmeeting**. Disponível em: <<http://www.microsoft.com/windows/NetMeeting/Features/Whiteboard/default.ASP>>. Acesso em: mar. 2003.
- [MIC 2003a] MICROSOFT CORPORATION. **MSN Messenger**. Disponível em: <<http://messenger.msn.com/>>. Acesso em: mar. 2003.

- [MIC 2003b] MICROSOFT CORPORATION. **Windows NetMeeting**. Disponível em: <[WWW.microsoft.com/windows/netmeeting](http://WWW.microsoft.com/windows/netmeeting)>. Acesso em: mar. 2003.
- [MOO 98] MOORE, R. **Generating MathML Markup Using LATEX2HTML, WebEQ and WebTEX**. Sydney: Mathematics Department, Macquarie University, 1998. Disponível em: <<http://www.geom.uiuc.edu/~ross/webtex/webtex/>>. Acesso em: ago. 2002.
- [MOR 2002] MOREIRA, R. R. **Código do Romano Chat (Versão Mysql)**. Disponível em: <<http://www.phpbrasil.com/scripts/script.php/id/201>>. Acesso em: dez. 2002.
- [OEI 2002] OEIRAS, J.C.V.; YUKIKO, J. Y.; JUNIOR, M. S. N. et al. Modalidades Síncronas de Comunicação e Elementos de Percepção em Ambientes de Ead. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 12., 2002. **Anais...** São Leopoldo: Unisinos, 2002. v.1, p. 317-326.
- [OLI 2001] OLIVER, W. M. A.; BRANDAO, B. C.; BEZERRA, R. M. S. MatOnline - Um Ambiente Interativo para a Aprendizagem de Matemática. In: WORKSHOP SOBRE INFORMÁTICA NA ESCOLA, WIE, 7., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBC, 2001. v.1, p.93-99. (disponível em meio digital).
- [OTS 97] OTSUKA, J. L. **Fatores Determinantes na Efetividade de Ferramentas de Comunicação Mediada por Computador no Ensino a Distância**. 1997. 63f. Trabalho Individual. (Mestrado em Ciência da Computação) - Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre. Disponível em: <[http://penta.ufrgs.br/pesquisa/joice/joice\\_ti.html#sumula](http://penta.ufrgs.br/pesquisa/joice/joice_ti.html#sumula)>. Acesso em: fev. 2003.
- [PAL 2002] PALACE. **The Palace**. Disponível em: <[www.thepalace.com](http://www.thepalace.com)>. Acesso em: ago. 2002.
- [PIM 2001] PIMENTEL, M. G.; FERRENTINI, F. Hiperdiálogo: Ferramenta de Bate-papo para Diminuir a Perda de Co-texto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 12., 2001. Vitória. **Anais...** Vitória: UFES, 2001. p. 255-266.
- [PRA 2003] PRAGMA Advanced Document Engineering. Disponível em: <<http://www.pragma-ade.com/>>. Acesso em: ago. 2002.
- [RAG 98] RAGGETT, D.; BATSALLE, D. **Add Math to Web Pages with HP EzMath v1.1**. 1998. Disponível em: <<http://www.w3c.org/People/Raggett/EzMath>>. Acesso em: ago. 2002.

- [RIA 99] RIACA, Technische Universiteit Eindhoven (TU/e). **MathBook**. Research Institute for Applications of Computer Algebra. Disponível em: <<http://www.riaca.win.tue.nl/products/mathbook/>>. Acesso em: dez. 2002.
- [RIB 2000] RIBEIRO, V. G. **Um Estudo sobre Métodos de Pesquisa Utilizados em Segurança Computacional**: criptografia. 2000. 69f. Trabalho Individual. (Mestrado em Ciência da Computação) - Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- [ROM 89] ROMBER, T.A.; CARL, I.M.; HIRSCH, C.R. et al. Standards for grades 5-8 – Mathematics as Communication. **National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)**. 1989. Disponível em: <<http://standards-e.nctm.org/previous/CurrEvStds/index.htm>> Acesso em: jun. 2003.
- [ROS 97] ROSEMAN, M.; GREENBERG, S. A Tour of TeamRooms. In: CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTER SYSTEMS, ACM CHI, 3., 1997. **Proceedings...** Atlanta, 1997. Disponível em: <<http://www.markroseman.com/pubs/trvid.pdf>>. Acesso em: ago. 2002.
- [SAN 99] SANTAROSA, L. M. C.; TIJIBOY, A.; MAÇADA, D. et al. Aprendizagem Cooperativa em Ambientes Telemáticos. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Rio de Janeiro, v.2, n.1, p.19-28, 1999.
- [SAN 97] SANTOS, N. **Ambientes de Aprendizagem Cooperativa Apoiados em Tecnologias da Internet**. 1997. Relatório Final de Pesquisa de Pós-Doutorado. PUC-Rio, Rio de Janeiro. (não publicado). Disponível em: <[http://www.cos.ufrj.br/~neide/rel\\_posdoc.htm](http://www.cos.ufrj.br/~neide/rel_posdoc.htm)>. Acesso em: ago. 2002.
- [SCH 2001] SCHREINER, W.; CAPROTI, O.; BARAK, R. **Mathbroker - A Framework for Brokering Distributed Mathematical Services**. RISC-Linz. Austrina: Departments of Mathematics and Computer Science. Disponível em: <<http://poseidon.risc.uni-linz.ac.at:8080/index.html>>. Acesso em: dez. 2002.
- [SQU 94] SQUIRES, D; MCDUGALL, A. **Chossing and Using Educational Software**: a teacher's guide. London: Falmer Press, 1994.

- [SUT 95] SUTHERS, D.; WEINES, A.; CONNELLY, J. et al. Belvedere: Engaging Students in Critical Discussion of Science and Public Policy Issues. In: WORLD CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION, 7., 1995. **Artificial Intelligence in Education: knowledge and Media in Learning Systems: proceedings**. Washington DC: [s.n.], 1995. p. 266-273. Disponível em: <<http://lilt.ics.hawaii.edu/lilt/papers/1995/suthers-et-al-ai95.pdf>>. Acesso em fev. 2003.
- [SWA 2001] SWANSON, S. **Mathmled**. 2001 Disponível em: <<http://www.newmexico.mackichan.com/MathML/MathMLed.htm>>. Acesso em: dez. 2002.
- [TER 2003] TERRA LYCOS NETWORK. **Chat Terra**. Disponível em: <<http://chat.terra.com.br/chat/>>. Acesso em: mar. 2003.
- [TJE 2003] TJERK VONCK; MIRC CO. LTD. **Mirk**. Disponível em: <<http://www.mirc.co.uk>>. Acesso em: mar. 2003.
- [TTM 2003] TTM, a Tex to MathML Translator. Disponível em: <<http://hutchinson.belmont.ma.us/tth/mml>> Acesso em: mar. 2003.
- [UOL 2001] UOL COMERCIAL. **Tempo de Navegação**. 2001. Disponível em: <[http://www.uol.com.br/publicidade/uol-tempo\\_de\\_navegacao.htm](http://www.uol.com.br/publicidade/uol-tempo_de_navegacao.htm)>. Acesso em: fev. 2003.
- [UOL 2003] UOL. **Bate-papo UOL**. Disponível em: <<http://batepapo.uol.com.br/>>. Acesso em: mar. 2003.
- [USE 2003a] USER DATA CONNECTIONS LIMITED. **Groupboard**. Disponível em: <[WWW.groupboard.com](http://WWW.groupboard.com)> Acesso em: mar. 2003.
- [USE 2003b] USER DATA CONNECTIONS LIMITED. **Groupboard Maths**. Disponível em: <[WWW.groupboard.com/maths.html](http://WWW.groupboard.com/maths.html)>. Acesso em: mar. 2003.
- [VAL 2001] VALENTINE, C. **XHTML**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- [WAT 2003] WATERLOO Maple. **Maplesoft**. Disponível em: <[www.maplesoft.com](http://www.maplesoft.com)> Acesso em: maio. 2003.
- [WIN 2002] WINCKLER, M. A. A.; PIMENTA, M. Avaliação de Usabilidade de Sites Web. In: ESCOLA DE INFORMATICA DA SBC-SUL, 10., 2002, Cascavel, Bpr; Caxias do Sul, Brs; Criciúma, Bsc. **Livro texto**. Porto Alegre : Instituto de Informática da UFRGS, 2002. p. 85-137.
- [WOL 96] WOLFRAM, S. **The Mathematica Book**. Champaign: Wolfram Media, 1996.

- [YAH 2003] YAHOO Messenger. **Yahoo Messenger**. Disponível em: <<http://messenger.yahoo.com>>. Acesso em: fev. 2003.  
[MSN] (<http://messenger.msn.com.br>)
- [YOU 90] YOURDON, E. **Projeto Estruturado de Sistemas**. Rio de Janeiro: Campus, 1990. 544 p.
- [ZAI 2002] ZAINA, L.A.; MARTINEZ, B. G.; RUGGIERO, W. **Aplicação das Ferramentas Interativas na Construção do Conhecimento em Cursos a Distância**. 2002. Disponível em: <<http://www.asee.org/international/INTERTECH2002/582.pdf>>. Acesso em: out. 2002.

## ANEXO A RECURSOS LATEX PARA FORMALISMOS MATEMÁTICOS

Os trechos de texto onde são utilizados formalismos são delimitados pelos marcadores  $\$...\$$ ,  $\backslash(...)$ ,  $\backslash[...]$ , sendo que cada um tem uma utilidade específica. O primeiro é utilizado nas situações onde o caracter/fórmula deve ser visualizado na própria linha/parágrafo. Por sua vez,  $\backslash(...)$  é utilizado nas situações em que o caracter/fórmula deve ser visualizado na própria linha/parágrafo nas sem quebra de linha. O marcado  $\backslash[...]$  é utilizado sempre que o caracter/fórmula deve ser visualizado em linha separada e centralizada.

Abaixo estão relacionados alguns comandos e símbolos reservados do LaTeX.

Comandos LaTeX – x= letra, numero ou equação			
Sintaxe	Descrição	Exemplo	Visualização do exemplo
$x_{x}$	Subscrito	$X_{2y}$	$x_{2y}$
$x^x_x$	Sobre e subscrito	$X^y_1$	$x^y_1$
$\frac{\{\}\{\}}$	frações	$X=\frac{\{y+z/2\}}{\{y^2+1\}}$	$x = \frac{y + z/2}{y^2 + 1}$
$\sqrt{\{\}}$	Raízes	$\sqrt{x+y}$ $\sqrt[n]{ 2 }$	$\sqrt{x+y}$ $\sqrt[n]{2}$

Funções Matemáticas							
$\backslasharccos$	$\backslashcós$	$\backslashcsc$	$\backslashexp$	$\backslashker$	$\backslashlimsup$	$\backslashmin$	$\backslashsinh$
$\backslasharcsin$	$\backslashcosh$	$\backslashdeg$	$\backslashgcd$	$\backslashlg$	$\backslashln$	$\backslashPr$	$\backslashsup$
$\backslasharctan$	$\backslashcot$	$\backslashdet$	$\backslashhom$	$\backslashlim$	$\backslashlog$	$\backslashsec$	$\backslashtan$
$\backslasharg$	$\backslashcoth$	$\backslashdim$	$\backslashinf$	$\backslashliminf$	$\backslashmax$	$\backslashsin$	$\backslashtanh$

Acentos Matemáticos							
Simb	LaTeX	Simb	LaTeX	Simb	LaTeX	Simb	LaTeX
$\hat{a}$	$\backslashhat{a}$	$\acute{a}$	$\backslashacute{a}$	$\bar{a}$	$\backslashbar{a}$	$\dot{a}$	$\backslashdot{a}$
$\check{a}$	$\backslashcheck{a}$	$\grave{a}$	$\backslashgrave{a}$	$\vec{a}$	$\backslashvec{a}$	$\ddot{a}$	$\backslashddot{a}$
$\breve{a}$	$\backslashbreve{a}$	$\tilde{a}$	$\backslashtilde{a}$				

Símbolos Internacionais (Modo Texto)							
Simb	LaTeX	Simb	LaTeX	Simb	LaTeX	Simb	LaTeX
œ	\oe	å	\aa	ı	\l	ı	?`
Œ	\OE	Å	\AA	Ł	\L	ı	!`
æ	\ae	ø	\o	ß	\ss	Æ	\AE
ó	\'o	o	\={o}	ò	\`{o}	o	\H{o}
o	\d{o}	õ	\~{o}	o	\v{o}	o	\c{o}
ô	\^{o}	o	\.o	oo	\t{oo}	o	\b{o}
ö	\"o	o	\u{o}	Ø	\O		

Letras gregas maiúsculas							
Γ	\Gamma	Λ	\Lambda	Σ	\Sigma	Ψ	\Psi
Δ	\Delta	Ξ	\Xi	Υ	\Upsilon	Ω	\Omega
Θ	\Theta	Π	\Pi	Φ	\Phi		

Letras gregas minúsculas							
α	\alpha	θ	\theta	τ	\tau		
β	\beta	ϑ	\vartheta	π	\pi	υ	\upsilon
γ	\gamma	ι	\iota	ϖ	\varpi	φ	\phi
δ	\delta	κ	\kappa	ρ	\rho	φ	\varphi
ε	\epsilon	λ	\lambda	ρ	\varrho	χ	\chi
ε	\varepsilon	μ	\mu	σ	\sigma	ψ	\psi
ζ	\zeta	ν	\nu	ς	\varsigma	ω	\omega
η	\eta	ξ	\xi				

Outros			
$\widetilde{abc}$	\widetilde{abc}	$\widehat{abc}$	\widehat{abc}
$\overleftarrow{abc}$	\overleftarrow{abc}	$\overrightarrow{abc}$	\overrightarrow{abc}
$\overline{abc}$	\overline{abc}	$\underline{abc}$	\underline{abc}
$\overbrace{abc}$	\overbrace{abc}	$\underbrace{abc}$	\underbrace{abc}

Símbolos de Operação Binária					
$\pm$	<code>\pm</code>	$\cap$	<code>\cap</code>	$\diamond$	<code>\diamond</code>
$\mp$	<code>\mp</code>	$\cup$	<code>\cup</code>	$\triangleup$	<code>\bigtriangleup</code>
$\times$	<code>\times</code>	$\uplus$	<code>\uplus</code>	$\nabla$	<code>\bigtriangledown</code>
$\div$	<code>\div</code>	$\sqcap$	<code>\sqcap</code>	$\triangleleft$	<code>\triangleleft</code>
$\ast$	<code>\ast</code>	$\sqcup$	<code>\sqcup</code>	$\triangleright$	<code>\triangleright</code>
$\star$	<code>\star</code>	$\vee$	<code>\vee</code>	$\triangleleft$	<code>\lhd</code>
$\circ$	<code>\circ</code>	$\wedge$	<code>\wedge</code>	$\triangleright$	<code>\rhd</code>
$\bullet$	<code>\bullet</code>	$\setminus$	<code>\setminus</code>	$\triangleleft$	<code>\unlhd</code>
$\cdot$	<code>\cdot</code>	$\wr$	<code>\wr</code>	$\triangleright$	<code>\unrhd</code>
$\oplus$	<code>\oplus</code>	$\ominus$	<code>\ominus</code>	$\otimes$	<code>\otimes</code>
$\oslash$	<code>\oslash</code>	$\odot$	<code>\odot</code>	$\bigcirc$	<code>\bigcirc</code>
$\dagger$	<code>\dagger</code>	$\ddagger$	<code>\ddagger</code>	$\amalg$	<code>\amalg</code>

Relation Symbols					
$\leq$	<code>\leq</code>	$\geq$	<code>\geq</code>	$\equiv$	<code>\equiv</code>
$\prec$	<code>\prec</code>	$\succ$	<code>\succ</code>	$\sim$	<code>\sim</code>
$\preceq$	<code>\preceq</code>	$\succeq$	<code>\succeq</code>	$\simeq$	<code>\simeq</code>
$\ll$	<code>\ll</code>	$\gg$	<code>\gg</code>	$\asymp$	<code>\asymp</code>
$\subset$	<code>\subset</code>	$\supset$	<code>\supset</code>	$\approx$	<code>\approx</code>
$\subseteq$	<code>\subseteq</code>	$\supseteq$	<code>\supseteq</code>	$\cong$	<code>\cong</code>
$\sqsubset$	<code>\sqsubset</code>	$\sqsupset$	<code>\sqsupset</code>	$\neq$	<code>\neq</code>
$\sqsubseteq$	<code>\sqsubseteq</code>	$\sqsupseteq$	<code>\sqsupseteq</code>	$\neq$	<code>\neq</code>
$\in$	<code>\in</code>	$\ni$	<code>\ni</code>	$\notin$	<code>\notin</code>
$\vdash$	<code>\vdash</code>	$\dashv$	<code>\dashv</code>	$<$	<code>&lt;</code>
$\models$	<code>\models</code>	$\perp$	<code>\perp</code>	$\mid$	<code>\mid</code>
$\parallel$	<code>\parallel</code>	$\bowtie$	<code>\bowtie</code>	$\Join$	<code>\Join</code>
$\smile$	<code>\smile</code>	$\frown$	<code>\frown</code>	$\propto$	<code>\propto</code>
$=$	<code>=</code>	$>$	<code>&gt;</code>	$:$	<code>:</code>

Flechas			
	<code>\leftarrow</code>		<code>\longleftarrow</code>
	<code>\Leftrightarrow</code>		<code>\Longleftarrow</code>
	<code>\rightarrow</code>		<code>\longrightarrow</code>
	<code>\Rrightarrow</code>		<code>\Longrightarrow</code>
	<code>\leftrightarrow</code>		<code>\longleftrightarrow</code>
	<code>\Leftrightarrow</code>		<code>\Longleftrightarrow</code>
	<code>\mapsto</code>		<code>\longmapsto</code>
	<code>\hookleftarrow</code>		<code>\hookrightarrow</code>
	<code>\leftharpoonup</code>		<code>\rightharpoonup</code>
	<code>\leftharpoondown</code>		<code>\rightharpoondown</code>
	<code>\rightleftarrows</code>		<code>\leadsto</code>
	<code>\uparrow</code>		<code>\downarrow</code>
	<code>\Uparrow</code>		<code>\Downarrow</code>
	<code>\updownarrow</code>		<code>\Updownarrow</code>
	<code>\nearrow</code>		<code>\nearrow</code>
	<code>\searrow</code>		<code>\searrow</code>

Delimitadores			
{	\{	}	\}
⌊	\lfloor	⌋	\rfloor
⌈	\lceil	⌉	\rceil
⟨	\langle	⟩	\rangle
⏞		⏟	\

Miscelânea					
†	<code>\dag</code>	§	<code>\S</code>	©	<code>\copyright</code>
‡	<code>\ddag</code>	¶	<code>\P</code>	£	<code>\pounds</code>
...	<code>\ldots</code>	...	<code>\cdots</code>	⋮	<code>\vdots</code>
LATEX	<code>\LaTeX</code>	⋯	<code>\ddots</code>		
ℵ	<code>\aleph</code>	′	<code>\prime</code>	∀	<code>\forall</code>
∅	<code>\emptyset</code>	∅	<code>\emptyset</code>	∃	<code>\exists</code>
∇	<code>\nabla</code>	∇	<code>\nabla</code>	¬	<code>\neg</code>
√	<code>\sqrt</code>	√	<code>\sqrt</code>	♭	<code>\flat</code>
ℓ	<code>\ell</code>	⊤	<code>\top</code>	ℎ	<code>\natural</code>
⊥	<code>\perp</code>	⊥	<code>\perp</code>	‡	<code>\sharp</code>
ℜ	<code>\Re</code>	\	<code>\backslash</code>	∠	<code>\angle</code>
ℑ	<code>\Im</code>	∂	<code>\partial</code>	℧	<code>\mho</code>
∞	<code>\infty</code>	□	<code>\Box</code>		

Símbolos de tamanhos variáveis					
∑	<code>\sum</code>	∩	<code>\bigcap</code>	⊙	<code>\bigodot</code>
∏	<code>\prod</code>	∪	<code>\bigcup</code>	⊗	<code>\bigotimes</code>
∏	<code>\coprod</code>	∩	<code>\bigcap</code>	⊕	<code>\bigoplus</code>
∫	<code>\int</code>	∨	<code>\bigvee</code>	⊕	<code>\bigoplus</code>
∫	<code>\oint</code>	∧	<code>\bigwedge</code>		

## ANEXO B DICIONÁRIO DE DADOS DO MÓDULO BATE-PAPO

A tabela apresenta o dicionário de dados para o Módulo Bate-papo

Dados	Tipo
texto_matemático_visualizado = arquivo html da sala de bate-papo	Arquivo
logs = [logMathML   logLaTeX   logVisualizado ]	Arquivo
nome_usuario = código_usuario+ apelido	Alfanumérico
peessoa_escolhida = apelido	Alfanumérico
nome_sala = código_sala + nome + tema	Alfanumérico
texto_com_LaTeX = [texto   LaTeX   texto+LaTeX ]	Alfanumérico
Notação LaTeX fórmula =	Alfanumérico
mensagem_alerta	Alfanumérico
texto_com_MathML_para_visualizacao **texto com marcações de apresentação MathML	Alfanumérico
arquivos_para_logs =[arquivo_com_marcação_MathML   arquivo_com_LaTeX] **arquivos com fórmulas em LaTeX e MathML que formam os logs do Chat	Arquivo
logMathML=1 {tempo+ remetente+ destinatário + arquivo_com_marcação_MathML} ** visualização das marcações de apresentação MathML	Arquivo
logLaTeX = 1 {tempo+ remetente+ destinatário + texto_com_LaTeX} ** visualização da notação LaTeX	Arquivo
LogVisualizado = 1 {tempo+ remetente+ destinatário + arquivo_com_LaTeX } ** visualização das fórmulas no navegador Web	Arquivo
Texto ** texto sem notação LaTeX	Alfanumérico

## ANEXO C ELEMENTOS DE APRESENTAÇÃO MATHML

ELEMENTOS TOKEN		
<mi>	Descrição	Um identificador (um nome variável, nome da função, constante, etc.. Os dados de caráter mi podem ser caracteres ASCII ou referências de entidade. O padrão, se um mi contiver um único caráter, ele é mostrado em itálico. Múltiplos caracteres são mostrados em fonte vertical(normal).
	Sintaxe	<mi> ... </mi>
	Atributos	mathvariant, mathsize, mathbackground, mathcolor, fontstyle, fontsize, fontweight, fontfamily, color
	Exemplo	<mi>x</mi>
<mn>	Descrição	Um numérico literal, isto é, indica que sua string deve ser representada como um número. Por default, os dados do caráter contidos no mn são mostrados em fonte vertical. Note que números complexos, negativos ou frações não podem ser representados no mn. Por exemplo, para renderização do número -1 são necessárias as seguintes marcações< mrow><mo>-<mo><mn>1</mn></mrow >.
	Sintaxe	<mn>cdata</mn>
	Atributos	mathvariant, mathsize, mathbackground, mathcolor, fontstyle, fontsize, fontweight, fontfamily, color
	Exemplo	<mi>213</mi>
<mo>	Descrição	Indicam que o conteúdo deve ser um operador, fence, separador, ou alguns acentos. A característica que distingue o <b>mo</b> é que tem um número maior de atributos que outros elementos token.
	Sintaxe	<mo>cdata</mo>
	Atributos	mathvariant, mathsize, mathbackground, mathcolor,fontstyle,fontsize,fontweight,fontfamily,color,form, fence, separator, accent, lspace, rspace, stretchy, symmetric, maxsize, minsize,largeop, movablelimits
	Exemplo	<mo>+</mo>
<mtext>	Descrição	Texto. Todos os caracteres aparecem em fonte vertical. Os espaços em branco são colapsados, assim, deve-se usar entidades de referencia para adicionar espaços no texto.
	Sintaxe	<mtext>cdata</mtext>
	Atributos	mathvariant, mathsize, mathbackground, mathcolor, fontstyle, fontsize, fontweight, fontfamily, color
	Exemplo	<mtext>Ola, pessoal</mtext>

<mspace>	Descrição	Mostra um espaço em branco. As dimensões de uma caixa mspace devem ser ajustadas usando atributos. Ou também pode ser setado através do atributo <i>dsi:filled</i> como true para preencher com a cor atribuída pelo atributo <i>color</i>
	Sintaxe	<mspace/>
	Atributos	width, height, depht, color, filled
	Exemplo	<mspace/>
<ms>	Descrição	Os <i>strings</i> de caracteres e as referencias de entidades no <i>cdata</i> são renderizados com caracteres cotados em torno deles.. Estes caráteres quotados são determinados pelos valores dos atributos <i>lquote</i> e <i>rquote</i> atributos. O elemento <i>ms</i> visa a representar caracteres literias em linguagens de computador e em sistemas de álgebra de computador.
	Sintaxe	<ms>cdata</ms>
	Atributos	mathvariant, mathsize, mathbackground, mathcolor, fontstyle, fontsize, fontweight, fontfamily, color, lquote,rquote
	Exemplo	<ms>cdata</ms>
<mglyph>	Descrição	Usado diretamente para acessar hieróglifos (nome dado aos caracteres de escrita dos antigos Egipcios) como fonte.
	Sintaxe	<mglyph alt="..." fontfamily="..." index="..."/>
	Atributos	Alt, fontfamily, index
	Exemplo	<mglyph/>

## LAYOUT GERAL

<mrow>	Descrição	É o mais importante elemento de layout (apresentação). Posiciona as expressões em linha. Este elemento pode conter qualquer número de filhos e cada filho é apresentado na base em uma linha horizontal. É freqüentemente necessário para agrupar termos
	Sintaxe	< mrow > [ < filho_1 > < filho_2 > ... ] </mrow >
	Atributos	Não possui
	Exemplo	< mrow > < mo > + < mo > < mn > 2 < mn > < mrow > .
<mfrac>	Descrição	Mostra uma fração. Possui dois filhos, o primeiro é o numerador e o segundo é o denominador da fração. Se o atributo <i>linethickness</i> estiver em 0, o mfrac pode ser usado para coeficientes de binômio.
	Sintaxe	<mfrac>[numerador] [denominador]</mfrac>
	Atributos	linethickness
	Exemplo	<mfrac>2 3</mfrac>
<msqrt>	Descrição	Aceita qualquer número de filhos, os quais são agregados através do <i>mrow</i> e os exibe sob uma raiz. Raiz quadrada
	Sintaxe	<msqrt> [ < child_1 > < child_2 > ... ] </msqrt>
	Atributos	Não possui
	Exemplo	<msqrt>2</msqrt>

<mroot>	Descrição	Utilizado para qualquer raiz. É quase idêntico ao elemento de msqrt, exceto que ele espera um segundo filho que é exibido sobre o símbolo de raiz.
	Sintaxe	<mroot> <base> <indice> </mroot>
	Atributos	Não possui
	Exemplo	<mroot>2 3</mroot>
<mstyle>	Descrição	O elemento do mstyle é parecido com o mrow e também mostra seus filhos em uma fileira horizontal alinhada na linha de base. A diferença principal é que qualquer atributo do MathML pode ser setado com um elemento do mstyle. Valores que estão setados neste elemento são herdados por todos os elementos nele contidos.
	Sintaxe	<mstyle> [ <child_1> <child_2>... ] </mstyle>
	Atributos	scriptlevel, displaystyle, scriptsizemultiplier, scriptminsize, color e background
	Exemplo	<mstyle> </mstyle>
<merror>	Descrição	Mostra erros
	Sintaxe	<merror> [ <child_1> <child_2>... ] </merror>
	Atributos	Nao possui
	Exemplo	
<mpadded>	Descrição	Mostra uma expressão com espaço em volta. A quantidade de espaço é setada pelos atributos. Se o mpadded contiver mais de um elemento deve ser utilizado o mrow para separá-los
	Sintaxe	<mpadded> [ <child_1> <child_2>... ] </mpadded>
	Atributos	Widht, height, depht, lspace
	Exemplo	
<mphantom>	Descrição	Torna os elementos filhos invisíveis.
	Sintaxe	<mphantom> [ <child_1> <child_2>... ] </mphantom>
	Atributos	overlap
	Exemplo	

<mfenced>	Descrição	Mostra o conteúdo entre parênteses. Usando-se atributos, pode-se mudar o carácter delimitador inicial e final, e também caracteres separadores internos, como vírgulas.
	Sintaxe	<mfenced> [ <child_1> <child_2>... ] </mfenced>
	Atributos	Open, close, separators
	Exemplo	
<mfenced>	Descrição	Este elemento renderiza o conteúdo que está dentro da notação mfenced especificado pelo atributo notation
	Sintaxe	<mfenced> <child> </mfenced>
	Atributos	notation
	Exemplo	
<mfenced>	Descrição	Mostra o conteúdo entre parênteses. Usando-se atributos, pode-se mudar o carácter delimitador inicial e final, e também caracteres separadores internos, como vírgulas.
	Sintaxe	<mfenced> [ <child_1> <child_2>... ] </mfenced>
	Atributos	Open, close, separators
	Exemplo	
<b>SCRIPTS E LIMITS</b>		
<msub>	Descrição	Mostra uma base com uma subscrito. Por default, os msub incrementa o atributo <i>scriptlevel</i> e seta o <i>displaystyle</i> para false no ambiente do elemento subscrito.
	Sintaxe	<msub> <base> <subscript> </msub>
	Atributos	Subscriptshift
	Exemplo	<msub> </msub>
<msup>	Descrição	Mostra uma base com uma sobrescrito. Por default, os msup incrementa o atributo <i>scriptlevel</i> e seta o <i>displaystyle</i> para false no ambiente do elemento subscrito.
	Sintaxe	<msup> <base> <subscript> </msup>
	Atributos	superscriptshift
	Exemplo	<msup> </msup>

	Descrição	Este elemento coloca tanto o subscrito quanto o sobrescrito na mesma base. O sobrescrito e subscrito ficam alinhados verticalmente. Os scripts não serão alinhados verticalmente quando unidos por construções aninhadas de msub/msup.
	Sintaxe	<code>&lt;msubsup&gt; &lt;base&gt; &lt;subscript&gt; &lt;superscript&gt; &lt;/msubsup&gt;</code>
	Atributos	Subscriptshift, superscriptshift
	Exemplo	<code>&lt;msup&gt; &lt;/msup&gt;</code>
<code>&lt;munder&gt;</code>	Descrição	Mostra uma base com um underscript. Por default, o elemento munder incrementa o atributo scriptlevel e seta o displaystyle para falso no ambiente do elemento do underscript.
	Sintaxe	<code>&lt;munder&gt; &lt;base&gt; &lt;underscript&gt; &lt;/munder&gt;</code>
	Atributos	accentunder
	Exemplo	
<code>&lt;mover&gt;</code>	Descrição	Os elementos munder e mover esperam dois filhos, que são mostrados como uma base e um subscrito ou sobrescrito. Um uso comum destes esquemas é para anexar acentos como barras e tils a uma base. No entanto, já que acentos são escritos mais perto da base que outras expressões, é necessário ajustar os atributos accent ou accentunder para "true" neste caso.
	Sintaxe	<code>&lt;mover&gt; &lt;base&gt; &lt;underscript&gt; &lt;/mover&gt;</code>
	Atributos	accent
	Exemplo	
	Sintaxe	<code>&lt;munderover&gt; &lt;base&gt; &lt;underscript&gt; &lt;overscript&gt; &lt;/munderover&gt;</code>
	Atributos	Accentunder, accent
	Exemplo	

## ANEXO D CLASSES DO MÓDULO DE TRATAMENTO DE FÓRMULAS

### Descrição da classe ListaExpressoes

Classe ListaExpressoes	
id_lista	identificador posição atual da lista
formula_final	fórmula já analisada
PosicaoInicial	posição inicial da lista
PosicaoFinal	posição atual da lista
Retorna_FormulaFinal (PosicaoInicial,PosicaoFinal)	Retorna a formula já analisada
Insera_lista (PosicaoInicial,PosicaoFinal,LaTeX,MathML)	Insera a posição Inicial do objeto, posição final do objeto na formula, o seu correspondente em LaTeX e em MathML na lista.
Ordena_lista ( )	Ordena a lista a partir da posição inicial dos objetos MathML
Envia_arquivo ( )	Coloca a lista em um arquivo que contem a formula traduzida em MathML

### Descrição da classe ExpressaoUmTermo

Classe ExpressaoUmTermo subclasse de ListaExpressoes	
PosicaoInicioTermo	Posição do Inicio do termo
PosicaoFimTermo	Posição do Inicio do termo
MathMLInicioTermo	Marcação inicial correspondente em MathML
MathMLFimTermo	Marcação final correspondente em MathML
LaTeXInicioTermo	Marcação inicial em LaTeX
LaTeXFimTermo	Marcação final em LaTeX
ConstrutorObjeto (tipoExpressao,PosicaoInicial,formula)	Cria o objeto com a notação MathML a partir da posição dada e da fórmula.
ProcuraChaves(formula,posicao)	Procura a próxima chave correspondente ao objeto na formula dada e retorna a posição das chaves.
ProcuraParenteses(formula,posicao)	Procura o próximo parênteses correspondente ao objeto na formula dada e retorna a posição das chaves.

### Descrição da Classe ExpressaoDoisTermos

---

Classe ExpressaoDoisTermos subclasse ExpressaoUmTermo	
PosicaoInicioSegundoTermo	Posição do Início do segundo termo
PosicaoFimSegundoTermo	Posição do Fim do segundo termo
MathMLInicioSegundoTermo	Marcação inicial do segundo termo correspondente em MathML
MathMLFimSegundoTermo	Marcação final do segundo termo correspondente em MathML
LaTeXInicioSegundoTermo	Marcação inicial do segundo termo em LaTeX
LaTeXFimSegundoTermo	Marcação final do segundo termo em LaTeX
<hr/>	
ConstrutorObjeto (PosicaoInicial,formula)	Cria o objeto com a notação MathML a partir da posição dada e da fórmula
SegundaParte (formula)	Retorna a segunda parte da
ProcurarTermos (formula,posicao)	Devolve o segundo termo da formula

---

### Descrição da Classe ExpressaoIndependente

---

Classe ExpressaoIndependente subclasse de ListaExpressoes	
PosicaoInicioTermo	Posição do Início do termo
PosicaoFimTermo	Posição do Fim do termo
MathMLInicioTermo	Marcação inicial correspondente em MathML
MathMLFimTermo	Marcação final correspondente em MathML
LaTeXInicioTermo	Marcação inicial em LaTeX
LaTeXFimTermo	Marcação final em LaTeX
<hr/>	
ConstrutorObjeto (tipodeExpressao,PosicaoInicial,formula)	Cria o objeto com a notação MathML a partir da posição dada e da fórmula e do tipo de expressão (comando)

---

## ANEXO E HEURÍSTICAS DE USABILIDADE

As heurísticas de usabilidade e acessibilidade aqui apresentadas foram retiradas do livro de Dias e adaptadas para o contexto da ferramenta ChatMath, isto porque, o enfoque de Dias para definição dessas heurísticas foi baseado na experiência em portais corporativos. Conforme Dias

*“...as heurísticas definidas basearem-se na experiência prática de vários pesquisadores em testes com usuários. Foram consideradas, em especial as heurísticas de usabilidade para Web de Nielsen (1994), os critérios ergonômicos de Bastien & Scapin (1993), as recomendações de Bevan (1998), Instone (1997) e Nielsen (1994-1999), as regras de ouro para o projeto de interfaces de Shneiderman (1998) e o guia de estilos para serviços de informação via Web de Parizotto.”*

Essas heurísticas auxiliaram o desenvolvimento das telas do ChatMath. A tabela abaixo apresenta a lista dos pontos verificados para a construção do protótipo e algumas observações pertinentes a cada um dos pontos verificados. A primeira coluna da tabela apresenta a lista de heurísticas de usabilidade e acessibilidade, a segunda coluna da tabela apresenta os pontos recomendados para verificação da heurística mencionada e a terceira coluna da tabela fornece algumas observações em relação ao ponto verificado na ferramenta ChatMath. Essas observações foram anotadas pelo pesquisador a partir de uma inspeção em cada uma das telas do ChatMath. Cabe salientar, que essa verificação foi feita após a implementação das principais sugestões feitas pelos usuários na avaliação do protótipo.

Tabela – Pontos de verificação inspecionados no ChatMath (continua)

Heurística	Pontos de verificação	Observações em relação ao ChatMath
<b>Heurística 1</b> <b>Visibilidade e reconhecimento do estado ou contexto atual, e condução do usuário.</b>	Apresentar o logotipo da página em destaque a esquerda.	Implementado (tela menu e sala de bate-papo)
	Em <i>links</i> utilizar textos auto-explicativos, com informações suficientes sobre o conteúdo do endereço apontado.	Implementado (tela apresentação e informações)
	Marcar o texto do <i>link</i> e não o endereço URL.	Implementado (tela apresentação e informações)
	Identificar de forma diferente, <i>links</i> para endereços externos ao ChatMath	Implementado (tela apresentação e informações)
	Usar o atributo ALT com o significado de imagens para que o texto apareça enquanto estiver sendo feito o <i>download</i> da imagem ou quando o usuário optar por suprimir imagens na configuração do seu navegador <i>Web</i> .	Implementado (todas as telas que possuem imagens significativas)
<b>Heurística 2</b> <b>Projeto estético e minimalista, referente as características que possam dificultar ou facilitar a leitura e a compreensão do conteúdo.</b>	Ocupar de 50 a 80% da página com conteúdo.	Implementado (telas que possuem texto)
	Evitar <i>frames</i> , pois diminuem o espaço disponível para apresentação de conteúdo.	Por limitações da própria linguagem utilizada (HTML e PHP), foi necessário utilizar <i>frames</i> nas salas de bate-papo.
	Usar pequenos parágrafos, subtítulos e listas.	Sujeito à revisão (tela apresentação e informações)
	Fornecer apenas informação útil aos usuários	Sujeito à revisão (telas salas e menu)
	Fornecer apenas informação útil aos usuários.	Sujeito à revisão (todas as telas que interagem com o usuário)
	Remover elementos não relacionados às tarefas realizadas pelos usuários.	Sujeito à revisão (todas as telas que interagem com o usuário)

<b>Heurística 2</b> <b>Projeto estético e minimalista-referente as características que possam dificultar ou facilitar a leitura e a compreensão do conteúdo.</b>	Não usar propaganda. Se for necessária, utilizar parte do espaço anteriormente destinado à navegação, e não do espaço destinado ao conteúdo.	Não há
	Evitar imagens. Se forem necessárias, optar por múltiplas ocorrências da mesma imagem.	Todas as imagens estão presentes no diretório \imagens e são referenciadas a partir dele
	Evitar imagens ou textos animados, pois distraem o usuário e parecem propagandas.	As únicas imagens animadas fazem parte dos <i>emoticons</i> do próprio ChatMath.
	Não usar imagens tridimensionais.	Implementado
	Evitar desenhos ou texturas no fundo da página. O fundo não deve chamar mais atenção do que a informação.	Não há
	Usar um conjunto limitado de cores.	Foram utilizadas no máximo 5 cores em cada uma das telas do ChatMath
	Evitar cores berrantes, caracteres brilhando ou piscando.	Não há
	Para realçar textos, usar cores ao invés de sublinhado ou elementos piscando. O usuário pode confundir o termo sublinhado com um <i>link</i> .	Implementado (tela de apelido e salas do ChatMath)
	Contrastar letras com o fundo (melhor utilizar fundo claro, de cor neutra ou branca, com texto escuro).	Sujeito à revisão (tela de bate-papo das salas é de cor cinza)
	Usar no máximo dois tipos de fontes.	Foi utilizados Verdana e Arial para as funções da ferramenta.
	Usar tamanho de fonte legível. Os tamanhos 10,12 e 14 são os mais comuns.	Implementado
	Não utilizar tamanho de fonte absoluto.	Implementado
	Não utilizar caixa alta em excesso.	Não há.
Usar os níveis de cabeçalho.	Implementado	
<b>Heurística 3</b> <b>Controle do usuário</b> <b>Relaciona-se ao controle que o usuário sempre deve ter sobre o</b>	Possibilitar aos usuários interromper ou cancelar o processamento ou transação atual.	Implementado.
	Não desviar para outra página, a não ser que o usuário digite ENTER ou clique com o <i>mouse</i> .	Implementado.
	Não abrir janelas adicionais.	Não há.

<b>processamento de suas ações</b>	Apresentar em destaque o nome da página principal em todas as páginas componentes do portal, preferencialmente no canto superior esquerdo.	Implementado.
	Não usar <i>plugins</i> auto-instaláveis.	Implementado.
	Em páginas de entrada dados, posicionar o cursor no próximo campo a ser preenchido.	Implementado (tela das sala de bate-papo)
	Não apagar ou substituir campo de entrada de dados até que o usuário digite ENTER ou clique com o mouse.	Implementado
	Possibilitar a entrada de dados a partir do mouse ou teclado e saia de dados em impressora.	Sujeito a revisão.
<b>Heurística 4 Flexibilidade e eficiência de usos - Capacidade do aplicativo em se adaptar ao contexto e as necessidades e preferências do usuário, tornando seu uso mais eficiente</b>	Não usar páginas sem conteúdo útil, como por exemplo, páginas apenas com mensagens do tipo "Seja bem-vindo".	Implementado.
	Evitar rolagem horizontal da tela.	Implementado
	Projetar as páginas de acordo com a resolução dos monitores de vídeo disponíveis aos usuários.	O sistema foi desenvolvido para resolução mínima de 640 por 480 pixels
	Usar porcentagem no tamanho da fonte.	??
	Projetar a página considerando o tempo de <i>download</i> nos computadores disponíveis aos usuários.	Sujeito a revisão (para computadores Pentium 100Mz)
	Menos de um segundo entre páginas.	Sujeito à revisão
	Menos de dez segundos para <i>download</i> de arquivos.	Não há.
	Evitar elementos gráficos, pois comprometem o tempo de <i>download</i> das páginas. Se forem necessários, utilizar múltiplas ocorrências do mesmo elemento.	Implementado.
	Na apresentação de textos, começar sempre pelo mais importante, expondo uma idéia por parágrafo. Informações adicionais devem ser incluídas em outras páginas acessíveis a partir de links apresentados na página inicial do texto.	Implementado
	Projetar a página de forma que as informações ou elementos importantes estejam visíveis, sem a necessidade de rolagem vertical ou horizontal da tela.	A rolagem vertical é uma característica das ferramentas de bate-papo.

	Para textos extensos, oferecer a opção de impressão ou <i>download</i> de arquivo. A leitura de textos muito extensos na tela do computador torna-se cansativa para o usuário.	Não há. Porém, deverá ser feito um manual que provavelmente ficará disponível para <i>download</i>
	Minimizar a quantidade de cliques necessários para o usuário conseguir o conteúdo final ou informação útil. E recomendável não ultrapassar quatro cliques.	Sujeito a revisão (Para funções de entrada do ChatMath)
<b>Heurística 5</b> <b>Prevenção de erros - relaciona-se a todos os mecanismos que permitem evitar ou reduzir a ocorrência de erros, assim como corrigir os erros que porventura ocorram.</b>	Não usar páginas com a expressão "em construção".	Não há.
	Não liberar o aplicativo parcialmente pronto.	Não há.
	Remover dados/páginas desatualizados.	Manutenção periódica
	Oferecer páginas de ajuda para usuários inexperientes.	Foi implementado somente para as funcionalidades do ChatMath.
	Não usar URLs muito extensas ou sem significado.	Implementado.
	Evitar hífen ou outros caracteres especiais no endereço das páginas. E preferível justapor duas ou mais palavras, ou abreviá-las.	Implementado.
	Usar apenas letras minúsculas no endereço das páginas.	Implementado.
	Escolher bem os títulos das páginas, de forma que caracterizem bem seu conteúdo.	Implementado.
	Não repetir o mesmo título em duas páginas diferentes.	Implementado
Fornecer mensagens de erro orientadas a tarefas, com sugestões ou instruções simples e construtivas para a correção do erro.	Ainda não implementado.	
<b>Heurística</b>	<b>Pontos de verificação</b>	<b>Observações em relação ao ChatMath</b>
<b>Heurística 5</b> <b>Prevenção de erros - relaciona-se a todos os mecanismos</b>	Utilizar mensagens de erro sucintas, precisas, com termos específicos e vocabulário neutro, não repreensivo.	Ainda não implementado.
	Evitar páginas órfãs, sem qualquer indicação de opções de navegação possíveis.	Implementado.

<p><b>que permitem evitar ou reduzir a ocorrência de erros, assim como corrigir os erros que porventura ocorram.</b></p>	<p>Evitar <i>frames</i>, pois podem causar erros na impressão do conteúdo da página ou na marcação da página como um endereço favorito (bookmark).</p>	<p>Implementado para a anterior a entrada do ChatMath</p>
<p><b>Heurística 6</b>  <b>Consistência,</b>  <b>refere-se a</b>  <b>homogeneidade</b>  <b>e coerência na</b>  <b>escolha de</b>  <b>opções durante</b>  <b>o projeto da</b>  <b>interface do</b>  <b>portal</b></p>	<p>Usar sempre a mesma terminologia e a mesma localização de elementos comuns nas páginas de conteúdo, nas páginas de ajuda ao usuário e nas mensagens de erro.</p>	<p>Implementado</p>
	<p>O comportamento do cursor deve ser consistente em todos os campos de entrada de dados, isto é, o cursor deve saltar automaticamente de um campo a outro ou aguardar ENTER ou TAB do usuário.</p>	<p>Implementado</p>
	<p>Verificar se os títulos ou cabeçalhos das páginas correspondem exatamente aos termos utilizados nos <i>links</i> que apontam para essas páginas</p>	<p>Implementado.</p>
	<p>Evitar instruções HTML não padronizadas.</p>	<p>Implementado conforme W3C, padrão XHTML</p>
	<p>Usar um estilo padrão para o projeto das páginas (leiaute, cores, fontes, formatos de campos e mensagens).</p>	<p>Implementado</p>
	<p>Selecionar as cores e o leiaute das páginas dentro de um contexto geral de forma consistente em todas as páginas.</p>	<p>Implementado.</p>
	<p>Evitar sair do padrão Web de cores para links</p>	<p>Implementado.</p>
	<p>Destacar palavras ou trechos importantes, com o cuidado de não sublinhar em azul trechos ou palavras que não sejam links. E recomendável não sublinhar nada que não possa ser clicado.</p>	<p>Implementado.</p>
<p><b>Heurística 7</b>  <b>Compatibilidad</b>  <b>e com o</b>  <b>contexto</b></p>	<p>Evitar erros de ortografia.</p>	<p>Sujeito à revisão</p>
	<p>Verificar se tanto o mouse e/o teclado podem ser utilizados.</p>	<p>Sujeito à revisão</p>
	<p>Dizer o idioma.</p>	<p>Implementado.</p>

## ANEXO F DESCRIÇÃO DOS *SCRIPTS* DO BATE-PAPO

### MODULO DE BATE-PAPO

Nome do Arquivo	Descrição das funções	Includes	Scripts de saída
Gerenciamento das salas do ChatMath e interface com o usuário			
ajudante.php	Seleciona a sala de bate-papo atual		
chat.php	Frame que pega o nome da sala atual e abre a tela da sala de bate-papo ler.php(frame superior) e form.php (frame inferior)	config.php	Sup.php ler.php form.php
config.php	Configurações do banco de dados		
entra.php	Seleciona o usuário e a sala carrega o arquivo chat.php	config.php e admin/classes.php	frame.php, chat.php
envia_imagem.php	Envia imagem selecionada pelo usuário da sala de bate-papo	config.php e admin/classes.php	Imagem.php
espiar.php	Abre o arquivo vazio.php que espia o que esta ocorrendo na sala de bate-papo.		vazio.php
filtro.php	filtra palavras indesejadas		
form.php	Possui o menu da ferramenta da sala de bate-papo: menu dos usuários; campo da entrada de mensagens; notação LaTeX, campo para envio de imagem; campo para envio de mensagem; barra de rolagem...	config.php e admin/classes.php	trata.php, /admin/sons.php, admin/ img.phpenvia_ imagem.php, novo.php, info.php, sair.php
frame.php	Frame que abre os scripts menu.php (frame a esquerda) e intro.php (frame a direita)	config.php	
imagem.php	Pega parâmetros de tempo e da imagem que o usuario pode enviar	config.php e admin/classes.php	
index.php	Chama osscripts menu.php, novo.php, intro.php com parâmetros para formação de janela principal dol do ChatMath.		menu.php, novo.php, intro.php
info.php	Informações sobre o menu das salas de bate-papo	config.php	
intro.php	Informações introdutórias sobre o ChatMath	config.php e admin/classes.php	
ler.php	Introduz cabeçalho com namespace MathML objeto ID=MathPlayer e organiza as mensagens que serão mostradas na tela, as quais estão armazenadas no banco de dados na tabela msg_nrodasala	config.php, admin/classes.php e ajudante.php	
Nome do Arquivo	Descrição das funções	Includes	Scripts de saída
Gerenciamento das salas do ChatMath e interface com o usuário			

menu.php	Mostra todas as salas de bate-papo disponíveis e as funções escolher apelido, procurar apelido e informações sobre o ChatMath	config.php	salas.php, novo.php, intro.php, procura.php
muda.php	Seta os cookies, atualiza os nicks e outros parâmetros pertinentes para as salas de bate-papo	config.php, admin/classes.php e reg.php	
novo.php	Script para escolher o novo apelido	config.php e admin/classes.php	muda.php, reg.php, caretas.php
procura.php	Pode procurar um amigo. Ou entrar na sala de bate-papo escolhida	/config.php	procura.php, entra.php, espiar.php
reg.php	Seta os cookies		
sair.php	Fecha as conexões e atualiza os cookies e sai do bate-papo	config.php e admin/classes.php	index.php, entra.php
salas.php	Possui opção de entrar na sala, espiar a sala e verificar quantas pessoas existem na sala.	/config.php	entra.php, espiar.php
sup.php		config.php e admin/classes.php	sair.php
trata.php	Trata a mensagem e envia para o banco de dados e atualiza o form.php	config.php, admin/classes.php e filtro.php	form.php
Gerenciamento da parte administrativa do ChatMath (os scripts estão na pasta admin)			
Bakup.php	Faz backup das tabelas do banco de dados	conflig.php	
Block.php	Bloqueia sala e usuário indesejados	conflig.php	Block.php
Classes.php	Possui as funções para manipulação do banco de dados e outras funções como a de menu suspenso		
desbloquear.php	Desbloqueia sala	conflig.php	desbloquear.php
Index.php	Inicializa o administrador	conflig.php	
Inserir.php	Inseri uma nova sala	conflig.php	Inserir.php
Install.php	Instala o banco de dados e o administrador	Config.php	
Log.php	Cuida dos logs	conflig.php	
Mensagem.pp	Incluir mensagem	conflig.php	
Remover.php	Remover sala	conflig.php	
Restaura.php	Restaurar backup	Config.php	
Sons.php	Exibe os arquivos que existem na pasta de som	conflig.php	

## ANEXO G DETALHES DE IMPLEMENTAÇÃO DO CHATMATH

### Pseudocódigo do Arquivo principal.php

```

Início do Script
Incluir arquivos config.php, funcoes.php e classes.php;
Ler o TEXTODIGITADO;
Verificar se existem formulas no TEXTODIGITADO;
    Se há formulas
        Insere no arquivo ARQUIVOLATEX a LISTA_EXPRESSOES já em formato
        LaTeX;
        Então separa o texto da formula e coloca no vetor VETORFORMULAS
            (As formulas são identificadas porque iniciam com o
            caracter_$)
        FimSe;
Enquanto há formulas no VETORDEFORMULAS
    Insere a parte Latex na TABELA_FORMULALATEX;
    Instancia o OBJETO_LISTA_EXPRESSOES;
    TAMANHODAFORMULA= Tamanho da formula atual do VETORDEFORMULAS;
    FORMULA= conteudo da formula atual de VETORDEFORMULA;
    POSICAOATUAL=0;

    Enquanto a POSICAOATUAL<TAMANHODAFORMULA
        Se FORMULA for um NUMERO ou [a..z] [A..Z] ou VIRGULA ou
        CARACTER_IGUAL
            Então
                instancia Objeto OPERANDOS;
                Insere objeto na LISTA_EXPRESSOES;
                atualiza POSICAOATUAL;
            Fimse;
        Se FORMULA for PARENTESES
            Então

```

```

    instancia OBJETO_PARENTESES;
    Insere objeto na LISTA_EXPRESSOES;

    atualiza POSICAOATUAL;
Fimse;
Se FORMULA for CHAVES
Entao
    instancia OBJETO_CHAVES;
    Insere objeto na LISTA_EXPRESSOES;

    atualiza POSICAOATUAL;
Fimse;
Se FORMULA for CARACTER_BARRAINVERTIDA
Entao
    Verifica o TIPODEEXPRESSAO;
        (O tipdeexpressao pode ser
        OUTROSSIMBOLOS|FRACAO|SQRT|TRIGONOMETR
        ICA)
    Se TIPODEEXPRESSAO for OUTROSSIMBOLOS
    Então
        procura na LISTA_SIMBOLOS CARACTER;
        Insere na LISTA_EXPRESSOES;
        atualiza POSICAOATUAL;

    Fimse;
    Se TIPODEEXPRESSAO for FRACAO
    Entao
        instancia Objeto FRACAO;
        Insere objeto na LISTA_EXPRESSOES;

        atualiza POSICAOATUAL;
    Fimse;
    Se TIPODEEXPRESSAO for SQRT
    Entao
        instancia Objeto SQRT;
        Insere objeto na LISTA_EXPRESSOES;

        atualiza POSICAOATUAL;
    Fimse;
    Se TIPODEEXPRESSAO for TRIGONOMETRICA (sen, cos,
tg)
    Entao
        instancia Objeto TRIGONOMETRICA;
        Insere objeto na LISTA_EXPRESSOES;

        atualiza POSICAOATUAL;
    Fimse;
Fimse;
Se FORMULA for EXPRESSOES_ARITMETICAS(+, -, *, /)

```

```
Entao
    instancia Objeto ARITMETICA;
    Insere objeto na LISTA_EXPRESSOES;
    atualiza POSICAOATUAL;
FimSe;
Se FORMULA for SOBSUBESCRITO
Entao
    instancia Objeto SOBSUBESCRITO;
    Insere objeto na LISTA_EXPRESSOES;
    atualiza POSICAOATUAL;
Fimse;
Fim-enquanto;
Ordena LISTA_EXPRESSOES;

Insere no ARQUIVOMATHML a LISTA_EXPRESSOES já em formato MathML;
GUARDA NO VETORDEFORMULAS da posicao atual o ARQUIVOMATHML;
Fim-enquanto
    Organiza o arquivo VETORDEFORMULAS; (que contem o textos e as
    formulas
MathML)
    Enviar para o MODULO DO Chat;
Fim do Script.
```

## Tabelas utilizadas no ChatMath

Tabela fórmula LaTeX

Tabela formula LaTeX numerosala		
Nome	Descrição	Tipo
Código	Chave primaria	Auto incremento(inteiro)
Mensagem	Mensagem em LaTeX	Texto

Tabela símbolo notação LaTeX

Tabela símbolo		
Nome	Descrição	Tipo
Codigo	Chave primaria	Auto incremento(inteiro)
LaTeX	Mensagem em LaTeX	Char(20)
MathML	Usuário	char (225)
Descrição		inteiro (11)

Tabela de autorização do administrador

Tabela auth		
Nome	Descrição	Tipo
Codigo	Chave primaria	Auto incremento(inteiro)
Login	Login do administrador	Char (255)
Senha	Senha do administrado	Char (255)

Tabela do usuário

Tabela users numerosala		
Nome	Descrição	Tipo
Codigo	Chave primaria	Auto incremento(inteiro)
Time	Mensagem em LaTeX	Inteiro (11)
Ip	Ip da maquina do usuário	Char (20)
7Nome	Nome da pessoa que envio a mensagem	Char (20)
Cor	Cor da mensagem	Char(8)

Tabela do log visualizado e log MathML

Tabela log numerosala		
Nome	Descrição	Tipo
Código	Chave primaria	Auto incremento(inteiro)
Time	Mensagem em LaTeX	Inteiro (11)
remetente	Usuário remetente	Varchar (20)
destinatario	Usuário destinatário	Varchar (20)
mensagem	Mensagem só com LaTeX	Texto

Tabela de bloqueio

Tabela block		
Nome	Descrição	Tipo
Codigo	Chave primaria	Auto incremento(inteiro)
Time	Tempo	inteiro (11)
Ip	Ip do usuário	Char (20)

Tabela de salas

Tabela salas		
Nome	Descrição	Tipo
Código	Chave primaria	Auto incremento(inteiro)
Nome	Mensagem em LaTeX	Char(20)
Tema	Usuário	char (225)
Time		inteiro (11)

Tabela 5.13 - Tabela para log de LaTeX

Tabela msglatex_numerosala		
Nome	Descrição	Tipo
Codigo	Chave primaria	Auto incremento(inteiro)
Time	Mensagem em LaTeX	Inteiro (11)
Remetente	Usuário remetente	Varchar (20)
Destinatario	Usuário destinatário	Varchar (20)
Mensagem	Mensagem so com LaTeX	Texto

## ANEXO H LOG DA SEGUNDA SESSÃO

Onze pessoas participaram da segunda sessão da pesquisa. Um trecho do *log* dessa sessão com marcação LaTeX é apresentado a seguir.

(16:45:23) Márcio fala para TODOS :  $\sin\{x+y\}$

(16:45:24) Roberto fala para TODOS : e aí!

(16:45:24) bea fala para TODOS : Ok,pessoal. Espero que todos estejam plugados e vamos começar.

(16:45:42) Roberto fala para TODOS : vamos lá

(16:45:49) Rodrigo fala para TODOS : aha

(16:46:30) bea fala para TODOS : Suponha que na prova eu faça a seguinte pergunta: Qual o melhor tipo de ajuste quando temos os seguintes pontos (0,5) e (10,2)?

(16:47:08) bea fala para TODOS : Por onde começar a responder a pergunta?

(16:47:11) Roberto fala para TODOS : não sei

(16:47:28) breda fala para TODOS : então temos um problema

(16:47:30) Rodrigo fala para TODOS : sei lá isso da uma reta

(16:47:34) bea fala para TODOS : Quem será que pode nos ajudar?

(16:48:16) bea fala para TODOS : Bem, vou pegar a resposta do Rodrigo para tentar conduzir o raciocínio sobre o processo de tomada de decisão.

(16:49:12) bea fala para TODOS : Ele disse que o pode ser através da equação da ajuste . Porque?

(16:50:12) bea fala para TODOS : Será que podemos considerar constante a diferença de apenas dois pontos?

(16:50:23) Rodrigo fala para TODOS : sim

(16:50:33) Roberto fala para TODOS : acho que não...

(16:50:39) breda fala para TODOS : creio que não

(16:50:49) Guilherme fala para TODOS : Como faço para inserir as fórmulas?

(16:50:52) bea fala para TODOS : Você deve colocar as fórmulas entre o delimitador \$. Você também pode clicar no ícone ao lado da fórmula enviada para visualizá-la.

(16:50:49) Guilherme fala para TODOS : Como faço para inserir as fórmulas?

(16:50:52) bea fala para TODOS : Você deve colocar as fórmulas entre o delimitador \$.

- (16:50:55) Roberto fala para TODOS : talvez devêssemos ter mais alguns para poder estimar melhor
- (16:51:55) bea fala para TODOS : Com apenas dois pontos não é recomendado utilizar critérios para escolha do tipo de ajuste, mas sim a "intuição".
- (16:52:33) Rodrigo fala para TODOS : como assim intuição?
- (16:52:41) Roberto fala para TODOS : mas a intuição na matemática funciona?
- (16:52:53) bea fala para TODOS : Observando os pontos é possível constatar o rápido crescimento de  $x$  com relação a  $y$ , certo?
- (16:53:02) Rodrigo fala para TODOS : certo
- (16:53:16) Roberto fala para TODOS : sim
- (16:53:24) bea fala para TODOS : Isso é um indicativo de que o ajuste mais recomendado é o não polinomial.
- (16:53:49) Rodrigo fala para TODOS : aha
- (16:54:06) bea fala para TODOS : Assim, restam apenas duas opções:  $y=ax^b$  ou  $y=ab^x$ . Qual o melhor?
- (16:55:00) bea fala para TODOS : E então,... Estou aguardando idéias científicas.
- (16:55:13) Guilherme fala para TODOS : usar a intuição de novo???
- (16:55:26) bea fala para TODOS : Por que não?
- (16:55:52) Guilherme fala para TODOS : então a 1ª
- (16:56:09) Rodrigo fala para TODOS : concordo até porque não entendi a segunda equação
- (16:56:12) Alex fala para TODOS : eu também não entendi a segunda equação
- (16:56:37) Roberto fala para TODOS : se considerarmos que temos um ponto  $x_0=0$ , o logaritmo natural de 0 não existe... sei lá algo por aí...
- (16:56:44) bea fala para TODOS : Lembrem-se. A lógica matemática é produto da lógica intuitiva.
- (16:58:38) bea fala para TODOS : Puxa! Dei uma olhada no material e adivinhem o que descobri.... Que ao ajuste do tipo  $y=ab^x$  não exige o cálculo de  $\ln x_i$ . Logo,...
- (16:58:53) Roberto briga com bea : ahá
- (16:59:10) bea fala para TODOS : Ahá o que Roberto?
- (16:59:10) Roberto fala para bea : desculpe...
- (16:59:19) breda fala para Roberto : professora da zero para ele
- (16:59:42) Roberto fala para bea : ahá que então por eliminação ficamos com o ajuste do tipo  $y=ab^x$
- (16:59:48) breda fala para TODOS : zero para ROBERTO (MAL EDUCADO) LUZARDO
- (17:00:29) bea fala para TODOS : Perfeito. Parece que a intuição do Roberto está funcionando e a do resto do pessoal?
- (17:01:08) bea fala para TODOS : Vejamos outro exemplo.
- (17:01:08) Gaspar fala para TODOS : Ok.
- (17:01:14) Roberto fala para TODOS : vou deixar o resto do pessoal participar
- (17:02:36) bea fala para TODOS : Aproximar pelo critério dos mínimos quadrados  $f(x)=\sin\{\frac{\pi}{4}\}$  no intervalo  $[0;1]$  por um polinômio do segundo grau.
- (17:03:07) bea fala para TODOS : Por onde começamos a resolver o problema?
- (17:04:19) Guilherme fala para TODOS : sei lá calcula uns 4 pontos,

(17:04:21) Roberto fala para TODOS : talvez devêssemos calcular alguns pontos para começar a ter as tabelas

(17:04:59) breda fala para TODOS : é pode ser é um começo !!

(17:05:33) bea fala para TODOS : Gerar tabela é uma boa idéia para começar a resolver o problema.

(17:05:51) bea fala para TODOS : Quantos pontos terá a tabela e porque?

(17:06:43) Rodrigo fala para TODOS : se é do segundo grau acho que devemos pegar algo como as raízes e o ponto de máximo ou mínimo

## ANEXO I SUGESTÕES PARA O CHATMATH

A tabela mostra os problemas verificados durante a avaliação do software em relação a funcionalidade e usabilidade do mesmo. Nessa tabela também é apresentado o grau de severidade do problema apontado, classificação como pequeno, moderado ou grave em relação à tarefa para a qual ele foi destinado. Severidade pequena refere-se a problemas que não interferem na continuação da tarefa. Severidade moderada refere-se a problemas que podem ocasionar desconforto, stress ou irritação ao usuário. E severidade grave refere-se a problemas que não possibilitam a conclusão da tarefa.

Características	Problema verificado	Severidade do Problema	Algumas sugestões para solucionar o problema
Funcionalidade	Demora no envio de mensagem	Moderado, o usuário pode ficar irritado por demorar o envio da mensagem	Revisar a parte de envio de mensagens para melhorar o desempenho
	Monitoramento dos alunos para verificação de falhas ou ocorrências indevidas	Pequeno, não afeta diretamente o uso da ferramenta nem suas funcionalidades	Inclusão de IP dos alunos
	Inserção de <i>tags</i> HTML	Moderado, se for utilizado demasiadamente pode atrapalhar a conversação do ChatMath	Utilizar um filtro para excluir <i>tags</i> HTML, ou incluir uma janela especialmente para troca de <i>tags</i> que sejam necessárias
Usabilidade	Esquecimento dos delimitadores na entrada das formulas	Moderado, consegue-se enviar a fórmula, mas não consegue-se visualiza-la	Inserir uma função que verifique se há marcações LaTeX e colocar os delimitadores automaticamente, deixar essa opção para o usuário, se ele quer a verificação de marcação ou não.
	Adição de um link com exemplos em LaTeX	Moderada, embora auxilie o usuário novato em utilizar o ChatMath	Colocar um link com exemplos nas salas do ChatMath

Usabilidade	Não é detectado o <i>plugin</i> automaticamente	Moderada, se não se der conta e não ler as recomendações apresentadas na primeira página não conseguiu usar toda a potencialidade do ChatMath no Internet Explorer.	Detectar o <i>plugin</i> automaticamente dando a opção de baixa-lo ou não. E avisando de sua utilidade para o <i>software</i> .
	Volta do foco para a área de digitação da mensagem	Moderado, pois faz com que o usuário fique incomodado de ter que inserir sempre o foco na área de digitação.	Fazer uma função que retorne sempre o foco para a área de digitação de mensagem para todas as funções da sala de bate-papo
	Forma gráfica do ícone de ajuda inadequada na tela na sala do <i>chat</i>	Pequena, porém há dificuldade de encontra-lo	Modificação do ícone para um mais pertinente
	Indicação de erro de notação inadequada	Pequena, porém pode trazer insatisfação do uso da ferramenta pelo usuário, por não entender o significado	Deixar em vermelho só a parte da fórmula que contém a notação errada. Ou fazer um verificador de sintaxe automático, antes do envio da mensagem
	Área para digitação de mensagem pequena	Pequena, há possibilidade de inserir no espaço atual	Aumento da área., deve-se verificar o tamanho ideal para que não se perca espaço de visualização de conteúdo,
	Não percepção do ícone que vem ao lado da fórmula		Não houve sugestões. O usuário terá que se acostumar a utilizar a ferramenta para verificar esse recurso.
Segurança	Visualização dos diretórios	Grave, pode-se conseguir acesso a dados restritos do administrador	Bloquear a visualização de diretórios do ChatMath