

**SANDRA GAVIOLI PUGA**

**SISTEMAS HIPERMÍDIA ADAPTATIVOS PARA  
A EDUCAÇÃO BASEADA NA WEB:  
UMA VISÃO SEMIÓTICA**

**São Paulo  
2008**

**SANDRA GAVIOLI PUGA**

**SISTEMAS HIPERMÍDIA ADAPTATIVOS PARA  
A EDUCAÇÃO BASEADA NA WEB:  
UMA VISÃO SEMIÓTICA**

**Tese apresentada à Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo para  
obtenção do título de doutor em  
Engenharia.**

**São Paulo  
2008**

**SANDRA GAVIOLI PUGA**

**SISTEMAS HIPERMÍDIA ADAPTATIVOS PARA  
A EDUCAÇÃO BASEADA NA WEB:  
UMA VISÃO SEMIÓTICA**

**Tese apresentada à Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo para  
obtenção do título de doutor em  
Engenharia.**

**Área de Concentração:  
Sistemas Digitais**

**Orientadora:  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Maria Alice G. V. Ferreira**

**São Paulo  
2008**

## FICHA CATALOGRÁFICA

**Puga, Sandra Gavioli**

**Sistemas hipermídia adaptativos para a educação baseada na web : uma visão semiótica / S. G. Puga. -- São Paulo, 2008. 222 p.**

**Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais.**

**1.Hipermídia 2.Semiótica 3.Inteligências múltiplas 4. Educação a distância 5.Modelagem de usuário I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais II.t.**

## **DEDICATÓRIA**

**Dedico este trabalho à minha querida família, especialmente aos meus pequeninos Pedro e Lucas.**

## **AGRADECIMENTOS**

À Prof<sup>a</sup>. Maria Alice G. V. Ferreira pelas preciosas orientações, carinho e pela paciência.

À minha Antonia, minha mamãe, que nunca me deixou desistir!

Ao Ricardo, meu querido esposo, pelo esforço, compreensão e ajuda com os pequeninos.

À minha família por toda força, amor e dedicação despendida para que eu pudesse concluir esse projeto.

Ao amigo Edson França, sempre disposto a fazer uma conferência a caminho do trabalho!

Aos amigos Anibal, Kurz, Móyses, Maria Rosa, Jefferson, Mariza sempre dispostos a contribuir.

Aos amigos da Faculdade IBTA pela compreensão e apoio durante o processo de elaboração desse trabalho.

Ao Prof. Alexandre Cardoso, da Universidade Federal de Uberlândia, e seu aluno Luciano Ferreira da Silva por terem disponibilizado parte dos objetos de aprendizagem utilizados nos testes.

A todos os amigos e colegas que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

"A coisa mais impossível de se deter no Mundo é a marcha de uma idéia. Nada poderia jamais impedir o Homem de procurar tudo pensar e tudo experimentar até fim".

(Pierre Teilhard de Chardin)

## RESUMO

A Educação Baseada em Web vem crescendo substancialmente ao longo dos últimos anos; em decorrência desse fator, aumenta a diversidade de alunos que buscam através desse meio uma alternativa para sua formação, seja ela acadêmica ou profissional. Esses alunos possuem diferentes características pessoais, sócio-culturais e cognitivas, e desta maneira possuem preferências e necessidades variadas. Nesse contexto, os Sistemas Hiperídia Adaptativos oferecem um recurso para atender a esse público diverso, que tem um objetivo em comum, o ensino a distância por meio da Web. O modelo aqui proposto versa sobre um Sistema Hiperídia Adaptativo, cujos critérios para adaptação consistem na seleção de conteúdos apropriados ao estilo cognitivo do aluno, o que é identificado através da investigação das suas Inteligências Múltiplas. Para isso, foram propostas 10 *personas*-cognitivas, resultantes da combinação das inteligências mais desenvolvidas em cada um. Também foi realizado um estudo sobre a relação entre as Inteligências Múltiplas e a Semiótica e entre o conteúdo instrucional e a Semiótica. Desse estudo foi originada uma matriz, resumindo os resultados obtidos e que foi utilizada como alicerce para a seleção dos signos mais adequados a cada uma das *personas*. Utilizou-se como Modelo de Referência para Hiperídia Adaptativa o Modelo Munich, que foi adequado à proposta educacional e ao estudo dos signos. Foi então desenvolvido o modelo SHASIM, onde se contemplam os principais aspectos para concepção de um Sistema Hiperídia Adaptativo para o domínio educacional.

Palavras Chave: Semiótica. Hiperídia Adaptativa. Educação Baseada em Web. Inteligências Múltiplas.



## ABSTRACT

The Web Based Education have grown substantially along the last years; in consequence of this factor, it increases the student's diversity that seeks through this media an alternative for their formation, being it academic or professional. These students possesses different personal, social-cultural and cognitive characteristics, and in this way, they possesses various preferences and needs. In that context, the Adaptative Hipermedia Systems offers resources to assist that various public, that has one common objective, the distance teaching through the Web. The model here proposed is about a Adaptative Hipermedia System, whose criteria for adaptation consists of the appropriate contents selection for the student's cognitive style, that is identified through the investigation of their Multiple Intelligences. For that were proposed 10 cognitive-personas, resultants of the combination of the most developed intelligences in each one. Also, a study was accomplished about the relationship between the Multiple Intelligences and the Semiotics and also between the instructional content and the Semiotics. From this study was originated a matrice, summarizing the obtained results and it was used as a foundation for the selection of the most appropriate signs to each one of the personas. It was used as the Adaptative Hipermedia Reference Model the Munich Model, that was adapted to the education proposal and signs study. It was then developed the SHASIM model, where are contemplated the main aspects for conception of a Adaptative Hipermedia System for the education domain.

Key Words: Semiotics. Adaptative Hipermedia. Web Education Based. Multiple intelligences.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Adaptabilidade do SHA-EBW – Visão do aluno	23
Figura 2	Interface como meio de comunicação entre o professor e o aluno	27
Figura 3	Espaços de adaptação	42
Figura 4	Níveis de adaptação segundo Koch	43
Figura 5	Modelo Munich	56
Figura 6	Modelo de classes do modelo Munich	58
Figura 7	Diagrama conceitual do AHA-MI	60
Figura 8	Triade Semiótica	65
Figura 9	Cópia da página pessoal de Sandra Puga	66
Figura 10	Triade Semiótica adaptada	66
Figura 11	Caso de uso “Realizar Atividade”	77
Figura 12	Bibliotecas do SCORM	91
Figura 13	Laço de adaptação do MU	95
Figura 14	Visão geral do SHASIM	101
Figura 15	Arquitetura dos modelos Munich e SHASIM	103
Figura 16	Modelo SHASIM – Visão geral	105
Figura 17	Diagrama de casos de uso do SHASIM	107
Figura 18	Subsistema Modelo do Usuário	111
Figura 19	Camada da sessão e o gerenciador de alunos	113
Figura 20	Sondagem Inicial	114
Figura 21	Fluxo do processo para sondagem inicial e inicialização do MU	115
Figura 22	Organização dos Conteúdos	126
Figura 23	Exemplo de trecho de plano de ensino	127
Figura 24	Subsistema Modelo do Domínio	129
Figura 25	Modelo de regras	132
Figura 26	Subsistema Modelo de Adaptação	133
Figura 27	Interface de uma sala virtual do Universia	138
Figura 28	Exemplo de aspectos para um signo de aplicação	141
Figura 30	Modelagem conceitual do OA	142
Figura 31	Exemplo de signos de interação	143

Figura 32	Representação conceitual do signo de interação	144
Figura 33	Modelo dos signos e a camada dos componentes	146
Figura 34	Exemplo de elemPerceptual e elemFuncOper	147
Figura 36	Signos de interação (menu)	148
Figura 37	Exemplo OA – IM: Lingüística-Verbal	149
Figura 38	Exemplo OA – IMs: Lógico-Matemática e Visuo-Espacial	150
Figura 39	Exemplo OA – IM: Visuo-Espacial	151
Figura 40	Relação entre o Modelo dos Signos e os Modelos do Usuário e do Domínio	152
Figura 41	<i>Layout</i> da Interface	155
Figura 42	SHASIM – Interface para login	160
Figura 43	Configuração do tamanho da fonte	160
Figura 44	Opções de temas para interface do SHASIM	161
Figura 45	Roteiro de estudos	162
Figura 46	Área Instrucional	162
Figura 47	Parte do OA de idSigno = 2	170
Figura 48	Exemplo de conteúdo instrucional	176
Figura 49	Controles de Interação para navegação entre os signos instrucionais	177
Figura 50	Exemplo de signo instrucional composto tipo mapa conceitual	179
Figura 51	Exemplo de signo instrucional composto tipo animação	179
Figura 52	Exemplo de signo instrucional composto tipo texto	180
Figura 53	Exemplo de signo instrucional composto tipo gráfico	180
Figura 54	Participantes por faixa-etária	214
Figura 55	Escolaridade dos respondentes	215
Figura 56	Inteligência em relação a media das IMs (aluno 2)	221
Figura 57	Inteligência em relação a média das IMs (aluno 5)	222

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Crescimento da EAD no Brasil	19
Tabela 2	Atividades envolvidas na utilização de computadores	215
Tabela 3	Recursos de interação <i>versus</i> preferências dos usuários	216
Tabela 4	Recursos de interação <i>versus</i> preferências dos usuários	217
Tabela 5	Comportamento do usuário quando enfrenta dificuldades para conclusão de uma tarefa	217
Tabela 6	Pontuações obtidas para cada Inteligência (aluno 2)	219
Tabela 7	Distribuição das respostas de acordo com o nível de interesse por cada IM	220
Tabela 8	Desvio padrão, média e margem de confiança	220

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Métodos para adaptação de conteúdo	44
Quadro 2	Técnicas para adaptação adaptativa	45
Quadro 3	Métodos para apresentação adaptativa	46
Quadro 4	Métodos para navegação adaptativa	47
Quadro 5	Técnicas para navegação adaptativa	48
Quadro 6	Camadas do modelo Dexter	49
Quadro 7	Camadas do modelo AHAM	52
Quadro 8	Visão do modelo AHAM para aplicações gerais	53
Quadro 9	Tricotomias versus categorias: classes de signos	67
Quadro 10	Proposta de ontologia para area de EBW	84
Quadro 11	Estrutura da ontologia para educação	86
Quadro 12	Características dos modelos de usuários	96
Quadro 13	Descrições sintéticas dos casos de uso do SHASIM	109
Quadro 14	Inteligências Múltiplas	116
Quadro 15	Personas do SHASIM	118
Quadro 16	Descrição das características relacionadas as IMs	119
Quadro 17	Exemplos de ocorrências que geram atualizações no MU	122
Quadro 18	Exemplos de regras de adaptação	134
Quadro 19	Exemplos de regras de aquisição	134
Quadro 20	Exemplos de regras de construção e de signos	135
Quadro 21	Exemplos de signos do domínio SHASIM	137
Quadro 22	Aspecto perceptual do signo versus IMs	140
Quadro 23	Aspecto operacional do signo versus IM	141
Quadro 24	Resumo das heurísticas da usabilidade	152
Quadro 25	Resumo das diretrizes para diálogo segundo a ISO 9241:10	152
Quadro 26	Resumo das regras de ouro	154
Quadro 27	Exemplo de inicialização do MU (aluno 2)	158
Quadro 28	Operações envolvidas na inicialização do MU	158
Quadro 29	Código para implementação da operação de inicialização do MU	159
Quadro 30	Dados do curso de Física Geral 1	164

Quadro 31	Dados da ementa do curso de Física Geral 1	164
Quadro 32	Conteúdos para o curso de Física Geral 1	164
Quadro 33	Conteúdos e conceitos para o curso de Física Geral 1	165
Quadro 34	Exemplo de plano de estudos (parcial)	166
Quadro 35	Exemplo de código para configuração do plano de estudos	167
Quadro 36	Exemplo de atributos e valores de um signo	169
Quadro 37	Categorias de atributos para catalogação dos OAs	169
Quadro 38	Número de IMs contempladas pelo signo idSigno = 2 por persona	171
Quadro 39	Exemplo de código para associação do signo com a persona	171
Quadro 40	Exemplo de código para associação do signo a unidade de estudos	173
Quadro 41	Plano de estudos do aluno (parcial)	174
Quadro 42	Exemplo de código para seleção de signos instrucionais	175
Quadro 43	Exemplo de código para seleção de signo instrucional	176

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	- Apresentação Adaptativa
ABED	- Associação Brasileira De Educação A Distância
ACM	- <i>Association for Computing Machinery</i>
ADL	- <i>Advanced Distributed Learning,</i>
AENC	<i>American Education Network Corporation</i>
AIMS	- <i>Adaptive Learning Content Management</i>
API	- <i>Application Programming Interface</i> ou Interface de Programação de Aplicativos)
CA	- Conteúdo Adaptativo
CF	- Classificação de Fragmentos
CP	- <i>Collected Papers</i>
DAML	- <i>Darpa Agent Markup Language</i>
DC	- <i>Dublin Core</i>
DCMI	- <i>Dublin Core Meta Initiative</i>
DCU	- Diagrama de Caso de Uso
DTD	- <i>Document Type Definition</i>
EA	- Explicação Adicional
EAD	- Educação a Distância
EBW	- Educação Baseada em Web
EC	- Explicação Comparativa
ER	- Explicação Requerida
ES	- Engenharia Semiótica
EV	- Explicação Variante
FR	- <i>Frames</i>
FV	- Fragmentos Variantes
IEEE	- Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
IHC	- Interface Humano Computador
IM	- Inteligências Múltiplas
ISBN	- <i>International Standard Book Number</i>

ISO	- International Organization for Standardization.
LMS	- <i>Learning Management Systems</i>
LOM	- <i>Learning Object Metadata</i>
LTSC	- <i>Learning Technology Standards</i>
MDA	- <i>Modeling Driven Architecture</i>
MU	- Modelo do Usuário
NA	- Navegação Adaptativa
OA	- Objeto de Aprendizagem
OCL	- <i>Object Constraint Language</i>
OIL	- <i>Ontology Inference Layer</i> ou <i>Ontology Interchange Language</i>
OMG	- <i>Object Management Group</i>
OOHDM	- <i>Object Oriented Hypermedia Design Method</i>
OWL	- <i>Web Ontology Language</i>
PV	- Páginas Variantes
<i>RDF</i>	- <i>Resource Description Framework</i>
SHA	- Sistema Hipermédia Adaptativa
SHDM	- <i>Semantic Hypermedia Design Method</i>
ST	- <i>Stretchtext</i>
Style-OLM	- <i>Interactive Ontology-Based Student Modeling</i>
TC	- Texto Condicional
UDC	- <i>Universal Decimal Classification</i>
UML	- <i>Unified Model Language</i>
URI	- <i>Uniform Resource Identifier</i>
W3C	- <i>Word Wide Web Consortium</i>
WS	- <i>Web Semantic</i>
XMI	- <i>XML Metadata Interchange</i>
XML	- eXtensible Markup Language)



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	19
1.1	Motivação	24
1.1.1	A Escolha da Semiótica	24
1.1.2	A Semiótica no contexto desta tese	26
1.2	Objetivos	28
1.3	Contribuições do trabalho	29
1.4	Metodologia	30
1.5	Organização do trabalho	32
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	34
2.1	Contexto da pesquisa	34
2.2	O estado da arte	34
2.3	Conclusões	38
<b>3</b>	<b>SISTEMAS HIPERMÍDIA PARA EDUCAÇÃO BASEADA NA WEB</b>	39
3.1	Sistemas Hiperímídia Adaptativos	40
3.2	SH adaptáveis, adaptativos ou personalizáveis?	40
3.3	O que pode ser adaptado	42
3.4	Métodos e técnicas para adaptabilidade em SHA	43
3.4.1	Conteúdo adaptativo	44
3.4.2	Apresentação adaptativa	45
3.4.3	Navegação adaptativa	46
3.5	Modelos de referência para SHA	48
3.5.1	Modelo Dexter	49
3.5.2	Modelo AHAM – Adaptive Hypermedia Application Model	51
3.5.3	Modelo Munich	55
3.5.4	Modelo AHAM-MI – Modelo de Hiperímídia Adaptativa utilizando Inteligências Múltiplas	59
3.6	Conclusões	61
<b>4</b>	<b>A SEMIÓTICA E SUA APLICAÇÃO</b>	63

4.1	Uma introdução à Semiótica Peirceana	64
4.4.1	Categorias universais da Semiótica Peirceana	66
4.2	A Semiótica e o processo de aprendizagem	68
4.2.1	Aprendizagem humana	68
4.2.2	Mediação Semiótica e o processo de aprendizagem	71
4.3	Inteligências Múltiplas	73
4.3.1	A Semiótica e as Inteligências Múltiplas	76
4.4	Engenharia Semiótica	77
4.5	Conclusões	79
<b>5</b>	<b>TECNOLOGIAS ASSOCIADAS AOS SHA-EBW</b>	<b>81</b>
5.1	Ontologias	81
5.1.1	Ontologias para o domínio educacional	83
5.2	Objetos de Aprendizagem	86
5.2.1	Learning Object Metadata (LOM)	87
5.2.2	Dublin Core (DC)	89
5.2.3	Sharable Content Object Reference Model (SCORM)	90
5.3	Ontologias e EBW	92
5.4	Modelagem do Usuário (MU)	94
5.4.1	Estrutura interna dos modelos	96
5.4.2	Modelagem de usuários com personas	98
5.5	Conclusões	100
<b>6</b>	<b>O MODELO SHA-EBW</b>	<b>101</b>
6.1	Descrição do SHASIM	103
6.2	Principais funcionalidades do SHASIM	106
6.3	Subsistema Modelo do Usuário	110
6.3.1	Sondagem inicial	112
6.3.2	As personas ligas às IM	115
6.3.3	Inicialização do Modelo do Usuário	121
6.3.4	Atualização do Modelo do Usuário	122
6.4	Subsistema Modelo do Domínio	123

6.4.1	Organização do domínio educacional	124
6.4.2	Modelagem do domínio	127
6.5	Subsistema Modelo de Adaptação	130
6.6	Subsistema Modelo dos Signos	136
6.6.1	Signos do domínio	136
6.6.2	Signos da aplicação	137
6.6.3	Os signos da aplicação versus as IMs	139
6.6.4	Signos instrucionais	142
6.6.5	Signos de interação	143
6.6.6	Signos de informação	144
6.6.7	Descrição do Subsistema Modelo dos Signos	145
6.6.8	Configuração da interface	148
6.6.9	Apresentação dos signos	154
6.7	Conclusões	155
<b>7</b>	<b>PROTÓTIPO DO SHASIM</b>	<b>157</b>
7.1	Inicialização do Modelo do Usuário	157
7.2	Acesso do aluno ao sistema	160
7.3	Apresentação da interface do SHASIM	160
7.4	Configuração do domínio	163
7.4.1	Inclusão do curso	163
7.4.2	Plano de estudos	165
7.5	Manutenção dos signos	168
7.5.1	Relação do signo com a persona	170
7.5.2	Relação do signo com a unidade de estudos	172
7.5.3	Relação do signo com a unidade de estudos do aluno	173
7.5.4	Composição de signos	177
7.6	Conclusões	181
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>182</b>
8.1	Síntese do trabalho	182
8.2	Resultados e contribuições	184

8.3	Continuidade das pesquisas	185
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>187</b>
	<b>REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES</b>	<b>200</b>
	<b>GLOSSÁRIO</b>	<b>203</b>
	<b>APÊNDICE 1 – Pesquisa para investigação das IMs</b>	<b>213</b>