José Carlos Tavares da Silva

**Um modelo para avaliação de aprendizagem
no uso de ferramentas síncronas em
ensino mediado pela Web**

Tese de Doutorado

Tese apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Doutor pelo Programa de Pós-
Graduação em Informática da PUC-Rio.

Orientador: Bruno Feijó

Departamento de Informática, abril de 2004.

José Carlos Tavares da Silva

**Um modelo para avaliação de aprendizagem
no uso de ferramentas síncronas em
ensino mediado pela Web**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Informática da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Bruno Feijó
Orientador
PUC-Rio

Carlos José Pereira de Lucena
PUC-Rio

Hugo Fuks
PUC-Rio

Lea da Cruz Fagundes
LEC-UFRGS

Marcos da Fonseca Elia
NCE-UFRJ

José Eugênio Leal
Coordenador(a) Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 05 de abril de 2004.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

José Carlos Tavares da Silva

Graduou-se como Matemático pelo Instituto de Matemática do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza da Universidade Federal do Rio de Janeiro em 1979. cursou o mestrado em Engenharia de Sistemas – Pesquisa Operacional no Instituto Militar de Engenharia, tendo concluído em 1985. É professor titular da Faculdade de Informática da Universidade Católica de Petrópolis, onde ingressou em 1980. Atualmente é o Coordenador do Laboratório de Sistemas Inteligentes da Faculdade de Informática da UCP e professor em diversas unidades universitárias da mesma Instituição.

Ficha Catalográfica

Silva, José Carlos Tavares da

Um modelo para avaliação de aprendizagem no uso de ferramentas síncronas em ensino mediado pela Web / José Carlos Tavares da Silva ; orientador. Bruno Feijó. – Rio de Janeiro PUC-Rio, Departamento de Informática, 2004.

181 f. : il. ; 30 cm

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática.

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Teses. 2. Ensino a distância. 3. Aprendizagem via web. 4. Avaliação de ensino. 5. Agentes de Software. I. Feijó, Bruno. I. I Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

Este trabalho é dedicado à Angélica, Rafael, Renata e Raquel,
razões primeiras da minha vida.

Agradecimentos

Ao Professor e Orientador Bruno Feijó, pelos conselhos e diretivas, sempre oportunas e eficazes. Mestre na paciência, exímio na relação pessoal, caro Bruno, que Deus lhe dê o mérito do paraíso. Aprendi contigo, não só conteúdos, aprendi que a humildade é força da alma e ferramenta para as boas ações. Grato pela confiança depositada.

Um agradecimento especial a José Lucas Mourão Rangel Neto (in memoriam), pela mão sempre estendida no sentido de apoiar e orientar a mim no domínio da docência.

Ao Professor Rui Milidiú que não me poupou estímulos para que eu conduzisse esse trabalho a termo.

Ao Professor Carlos José Pereira de Lucena, pela visão, pelo exemplo e pela virtude da paz de quem está na vida para ser o mestre legítimo de todos nós, nos caminhos da Ciência da Computação.

Ao Professor Hugo Fuks que, com seu estilo inconfundível, soube mostrar que a excelência é resultado de trabalho duro.

À Professora Doutora Lea da Cruz Fagundes, pelo contínuo e eficaz apoio ao trabalho de Informática Educativa da UCP, e por me despertar, com seu exemplo, para uma vocação esquecida.

Ao colega, amigo e professor José Rodrigues Fernandes, que não poupou esforços para ajudar, quer contribuindo com conceitos, com propostas, com pesquisas bibliográficas. Mais que ex-aluno, um verdadeiro irmão de jornada. Amigo, aqui registro mais uma vez, a minha sincera gratidão.

Aos meus alunos, do curso de Ciência da Computação da Universidade Católica de Petrópolis, e às alunas do curso de Pedagogia da mesma Universidade, pelas decisivas contribuições para este projeto. Em especial à aluna Sonia Cristina Grazinoli Lobato a quem devo ajuda nas investigações iniciais sobre os temas da Psicologia e da Psicopedagogia.

Aos colegas professores da Faculdade de Psicologia da Universidade Católica de Petrópolis, por terem dedicado boa parte do seu tempo dando-me referenciais sólidos da Psicologia da Aprendizagem e outros temas afins, que foram cruciais para a elaboração do assistente de avaliação. Em especial à Professora Miriam Iliescu, à Professora Elisameli Vilhena de Paiva Leite, à Professora Cléa Zanatta e ao diretor do curso de Psicologia, Professor Derli Gonçalves.

Aos Professores Guilherme Cristóvão Nicodemus, ex-Diretor do Instituto de Ciências Exatas da UCP, e Airton Coelho Jr. ex-Diretor da Faculdade de Informática da UCP pelas ações administrativas que viabilizaram este trabalho.

À professora Maria da Glória Rangel Sampaio Fernandes, Reitora Emérita da UCP, pela confiança, amizade e estímulo.

Ao Professor Adalberto Imbrósio, com quem a vida me honrou pela segunda vez conviver, meu muito obrigado. Merecer por duas vezes o apoio, tanto no Mestrado quanto agora no Doutorado é obra do transcendental. Grato por permitir a continuidade do trabalho. Que Deus lhe pague a dupla dádiva a mim.

Ao Professor Pe. José Maria Pereira, Reitor da Universidade Católica de Petrópolis, pela confiança e apoio.

À Vice-Reitoria Comunitária da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, pela concessão da bolsa de estudos, sem a qual esse trabalho não poderia ser viabilizado.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro, e à FINEP, Financiadora de Estudos e Projetos, que através do meu orientador Professor Doutor Bruno Feijó, permitiu fosse esse trabalho levado a termo.

Minha cara esposa Angélica, Deus sabe dos caminhos, difícil é para nós percebermos. Que tudo seja belo para nós, enquanto Ele quiser. Obrigado por tudo que tens feito por mim.

Meus caros filhos, Rafael, Renata e Raquel, nada é para mim mais bela obra do que a vida de cada um de vocês. Muita paz no coração e muito obrigado por serem excelentes filhos.

À Maria, Mãe de Deus, minha permanente gratidão.

Resumo

Silva, José Carlos Tavares da. **Um modelo para avaliação de aprendizagem no uso de ferramentas síncronas em ensino mediado pela Web.** Departamento de Informática, 2004. 181p. Tese de Doutorado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho apresenta um modelo de avaliação de aprendizagem em debates síncronos e presenciais mediados pela *web*. O modelo é construído para atender as necessidades da avaliação do ensino levado a efeito segundo três paradigmas metodológicos: a aprendizagem centrada no aprendiz, a aprendizagem colaborativa e a aprendizagem guiada por problemas.

Uma máquina de estados é proposta para suporte à avaliação da participação do aprendiz, segundo a Teoria do Vínculo de Enrique Pichon Rivière, permitindo assim um juízo de valor sobre comportamentos observáveis e aferição de aprendizagem de conhecimentos em um processo de construção coletiva e baseada em problemas colocados como desafios para os aprendizes.

O ambiente AulaNetTM é utilizado como referencial, dadas as suas características de servidor de conteúdo e por se constituir em um ambiente para ensino à distância cuja concepção permite o uso da metodologia de ensino cooperativo. O acoplamento dos sistemas foi concebido de modo a atender as diretrizes de simplicidade e dependência estrutural mínima. Para o módulo de avaliação é suficiente acessar a base do AulaNetTM e transferir os dados para a base do mesmo, a fim de garantir a independência dos sistemas. Um padrão do tipo quadro-negro (*blackboard*) é projetado para implementar essas características.

Palavras-chave

Avaliação de Ensino, Ensino a Distância, Agentes de Software, Aprendizagem via *web*.

Abstract

Silva, José Carlos Tavares da. **A model for learning evaluation using synchronous tools in web-based learning.** Departamento de Informática, 2004. 181p. Doctoral Thesis - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This work presents a model for learning evaluation to be used in web-based learning systems. This model is constructed to provide conditions for a correct use of three learning paradigms: Learner centered learning, Cooperative Learning and Problem Based Learning.

A finite state machine is proposed to support the evaluation of the apprentice's participation under the Vinculum Theory by Enrique Pichon Rivière. As designed, the teacher can do a judgement of the observable behavior of each student and make an evaluation of the knowledge learning in a collective construction process based on the PBL (Problem Based Learning) strategy.

The AulaNetTM environment is used in this work because it has a well-designed content server structure and is strongly oriented towards collaborative learning. The binding of the proposed model with the AulaNetTM environment follows the guidelines of simplicity and minimal dependence of both systems.

A blackboard architecture is implemented to get the characteristics of independence and low complexity described above.

Keywords

Learning Evaluation, Distance-Learning, Interface Agents, e-learning.

Sumário

1	Preliminares	22
1.1.	Visão geral da pesquisa	22
1.1.1.	Objetivos	22
1.1.2.	Breve Histórico	24
1.1.3.	Prolegômenos	24
1.2.	Revisão da literatura	26
1.3.	Organização do trabalho	36
2	Problema da Avaliação em Ensino a Distância	38
2.1.	Preliminares	38
2.1.1.	Cognição	40
2.1.2.	A motivação	42
2.1.3.	Autonomia Responsável	43
2.1.4.	Intencionalidade	45
2.1.5.	Bases para a estrutura de avaliação	47
2.2.	A taxonomia de Bloom	48
2.3.	As inteligências múltiplas	49
2.4.	O paradigma da aprendizagem guiada por problema	51
2.5.	A Teoria do Vínculo e os Grupos Operativos de Pichon-Rivière	55
2.6.	Avaliação	59
2.6.1.	Significado de Medida e Avaliação	61
2.6.2.	Conceituando Avaliação	69
3	Ambientes de Ensino a Distância baseados na web	76
3.1.	Preliminares	76
3.2.	O AulaNet™	77

3.2.1	Uma visão geral das ferramentas do AulaNet™	79
3.2.2	Avaliação no AulaNet™	80
3.3.	O TelEduc	82
3.2.1	Breve descrição das ferramentas do TelEduc	84
3.2.2	Avaliação no TelEduc	86
3.4.	O escopo do AulaNet™ e o escopo do TelEduc	86
4	Agentes de Software	88
4.1.	Preliminares	88
4.2.	Definição	90
4.3.	Uma taxonomia para agentes	92
4.3.1	Agentes de reflexo simples	92
4.3.2	Agentes que rastreiam o mundo	92
4.3.3	Agentes baseados em metas	92
4.3.4	Agentes baseados na utilidade	93
4.4.	A complexidade do processo de construção de um agente	94
4.5.	Ferramentas para construção de agentes	95
4.5.1	O modelo mentalístico de Shoham e a RADL da Reticular	95
4.5.2	Os Aglets da IBM	99
4.5.3	O ambiente de construção de agentes Zeus	100
4.6.	Características dos Agentes Inteligentes	102
4.6.1	O que não é um agente	103
4.7.	Classificação de Agentes	104
4.7.1	Agentes colaborativos	104
4.7.2	Agentes de Interface	105
4.7.3	Agentes Móveis	105
4.7.4	Agentes de informação	106
4.7.5	Sistemas Agentes Heterogêneos	106
4.8.	Requisitos de linguagem de comunicação entre agentes	107
4.9.	O Processo de Desenvolvimento de Agentes	107
4.10.	A Organização do Projeto	109
4.10.1	Analisar o Domínio do Problema	110
4.10.2	Definição da Arquitetura da Agência	110

4.10.3. Especificar o Comportamento do Agente	111
4.10.4. Criar a Aplicação do Agente	112
4.10.5. Depuração da Agência e do Agente	112
5 Modelo do AMon-AD	113
5.1. Definições	113
5.2. Funcionalidades do modelo do Amon-AD	115
5.3. Bases de Dados	117
5.4. Agentes do Modelo	119
5.4.1. Agente do Aprendiz	119
5.4.2. Agente do Professor	119
5.4.3. Agente Sistema - Assistência ao monitoramento	120
5.5. Avaliação Inicial e Avaliações Individuais	120
5.6. Avaliações de ações em grupo	121
6 O Sistema Amon-AD	133
6.1. Descrição	133
6.1.2. As interações do Professor no AMon-AD	134
6.1.3. Menu Professor	135
6.1.4. A avaliação de Chat	140
6.1.5. O contexto do aprendiz no AMon-AD	142
6.1.6. A máquina de estados do modo chat	146
6.1.7. Iniciando no AMon-AD	147
6.1.8. Logando no sistema	148
6.1.9. Inclusão de Aprendiz	148
6.1.10. Inclusão de curso pelo servidor de avaliação	149
6.1.11. Inclusão de instrumento de avaliação	149
6.1.12. Inclusão de Lista de Exercícios	150
6.1.13. Inclusão de Comentário em Grupo de Discussão	151
6.1.14. Listagem de instrumentos de avaliação	151
6.1.15. Listagem de Trabalhos Individuais	152
6.1.16. Listagem dos instrumentos de avaliação de curso	153

7	Conclusões e Trabalhos Futuros	154
7.1.	Conclusões	154
7.2.	Trabalhos Futuros	158
8	Referências bibliográficas	161
Anexo A - As Características Físicas do Servidor do Sistema		170
A1	Requisitos Gerais	170
A1.1	Hardware	170
A1.1.1	Servidores	170
A1.1.2	Sistemas básicos do Servidor	171
A1.2	Segurança de Dados	174
A1.3	Outros recursos	176
Anexo B - A Linguagem KQML		177
B.1	Preliminares	177
B.2	Camadas da KQML	178
B.3	A sintaxe das cadeias de caracteres em KQML	180
B.4	A semântica da linguagem KQML	180
B.5	Resumo da KQML	181

Lista de Figuras

Figura 3.1 Arquitetura geral do AulaNet™.	78
Figura 3.2 Arquitetura dos serviços do AulaNet™	79
Figura 3.3 Arquitetura do TelEduc.	83
Figura 4.1 Ciclo de Execução do Agente	99
Figura 4.2 Tipologia de Agente	104
Figura 4.3 Construindo Agentes Inteligentes	109
Figura 5.1 Esquema geral do AMon-AD	116
Figura 5.2 Máquina de estados conceitual para avaliação de chat	126
Figura 5.3 O roteador de mensagens da máquina de avaliação	132
Figura 6.1 Use Cases do Agente Professor	134
Figura 6.2 O menu do Professor no AMon-AD	135
Figura 6.3 Os tipos de instrumentos que o AMon-AD disponibiliza.	136
Figura 6.4 O módulo para introdução de trabalho individual.	137
Figura 6.5 Listagem do instrumento grupo de discussão.	138
Figura 6.6 Habilitar uma prova	139
Figura 6.7 Visão de uma prova com questões discursivas	139
Figura 6.8 Interface para acompanhamento da avaliação de chat	140
Figura 6.9 Um snapshot de um momento de avaliação	141
Figura 6.10 A relação do aprendiz com o sistema – caso do chat.	142
Figura 6.11 Opções do aprendiz	143
Figura 6.12 Prova habilitada.	144
Figura 6.13 Exemplo de contato com o professor.	144
Figura 6.14 O processo de evolução da aprendizagem	145
Figura 6.15. O monitoramento da aprendizagem por agentes.	145
Figura 6.16 A tela de abertura do sistema AMon-AD.	147
Figura 6.17 Entrada do usuário.	148
Figura 6.18 Tela de inclusão de aprendiz no sistema.	148
Figura 6.19 Tela de inclusão de curso	149
Figura 6.20 Inclusão de instrumento de avaliação.	150

Figura 6.21 Inclusão de lista de exercício	150
Figura 6.22 Inclusão de comentário em Grupo de Discussão.	151
Figura 6.23 Listagem dos grupos de interesse ativos em um curso.	152
Figura 6.24 Listagem trabalhos individuais projetados.	152
Figura 6.25 Instrumentos de avaliação ativos em um curso	153
Figura B.1 As três camadas da linguagem KQML.	179

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 Princípios e Etapas Básicos do Processo de Avaliação	71
Tabela 2.2 Técnicas e instrumentos de avaliação utilizados	72
Tabela 2.3 Matriz de conceitos e princípios de avaliação	74
Tabela 4.1 Atributos de um agente inteligente	103
Tabela 5.1 Estados da máquina de avaliação	127
Tabela B.1 Performativas da linguagem KQML.	178
Tabela B.2 Resumo de palavras chave reservadas e significados	181

Lista de Equações

Equação 5.1 Afiliação	127
Equação 5.2 Pertinência	128
Equação 5.3 Centramento	128
Equação 5.4 Tele ou Empatia	129
Equação 5.5 Comunicação	130
Equação 5.6 Cooperação	130
Equação 5.7 Aprendizagem	131

A ESTALAGEM DA RAZÃO

“A meio caminho entre a fé e a doutrina está a estalagem da razão. A razão é a fé no que se pode compreender sem fé; mas é uma fé ainda, por que compreender envolve pressupor que há qualquer coisa compreensível”.

(Fernando Pessoa, in Livro do Desassossego, Vol I. p.205, Bernardo Soares).