

**SIMONE DAS GRAÇAS DOMINGUES PRADO**

**UM EXPERIMENTO NO  
USO DE ONTOLOGIAS PARA  
REFORÇO DA APRENDIZAGEM  
EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**

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

**São Paulo  
2004**

**SIMONE DAS GRAÇAS DOMINGUES PRADO**

**UM EXPERIMENTO NO  
USO DE ONTOLOGIAS PARA  
REFORÇO DA APRENDIZAGEM  
EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**

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

**Área de Concentração:**  
Sistemas Digitais

**Orientador:**  
Dr. Jaime Simão Sichman

**São Paulo  
2004**

A três pessoas super especiais na minha vida:  
a minha querida mãezinha (Zeferina),  
ao meu amado marido (Miguel) e  
a minha filha linda e graciosa (Bárbara).

# AGRADECIMENTOS

Ao meu marido pelo incansável estímulo e apoio em todos os momentos dessa jornada.

A minha filha Bárbara pelo entendimento, apesar dos quatro anos de idade, de que essa era uma fase em que eu tinha muito trabalho a fazer e pouco tempo para ficar a seu lado.

A minha família (irmãos, irmãs, cunhados e cunhadas) pelo incentivo, torcida e grande ajuda em toda fase da minha pesquisa, principalmente nos últimos meses.

Aos meus amigos professores do Departamento de Computação, da Faculdade de Ciências da UNESP – campus de Bauru – SP, pela ajuda, disponibilizando recursos para o desenvolvimento deste trabalho.

A minhas amigas do Departamento de Computação da Faculdade de Ciências da UNESP – campus de Bauru – SP, Teresa e Denise, pela força e iluminação nos momentos difíceis.

Ao Prof. Dr. Eduardo Morgado pela liberação do sistema VirtualCurso.

A Daniel Franco que auxiliou na instalação e inicial manipulação do ambiente VirtualCurso e a Profª Dr. Maria José Linhares Morgado pelos esclarecimentos de dúvidas no uso do VirtualCurso.

A minha amiga Teresa Cristina pela grande ajuda na área de Estatística.

Aos alunos, dos cursos de Bacharelado em Ciência da Computação e Bacharelado em Sistemas de Informação do Departamento de Computação da Faculdade de Ciências da UNESP – Campus de Bauru – SP, pela realização dos testes na ferramenta VCurso+.

Aos meus amigos do LTI – EPUSP, principalmente Diana, pela disponibilidade e ajuda fornecida em todos os momentos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Jaime Simão Sichman pela orientação, diretrizes e críticas durante o desenvolvimento deste.

A todos colegas e amigos que, direta ou indiretamente, colaboraram na execução deste trabalho.

# RESUMO

Este trabalho apresenta uma arquitetura para fornecer, de forma automática, o reforço de aprendizagem após a aplicação de uma avaliação objetiva dentro de um ambiente de Educação a Distância. Para o desenvolvimento da arquitetura foram usadas tecnologias das áreas de Ontologia e Agentes. A área de Ontologia contribuiu com a construção de materiais de aprendizagem modelados ontologicamente e a construção de ontologias de domínio das disciplinas de Estruturas de Dados I e Análise e Desenvolvimento de Algoritmos I, ministradas nos cursos de Bacharelado em Ciência da Computação e Bacharelado em Sistemas de Informação oferecidos pelo Departamento de Computação da Faculdade de Ciências da UNESP – campus de Bauru - SP. A área de Agentes traz, ao ambiente, agentes de busca capazes de fazer indicações de reforço do conteúdo. A arquitetura foi implementada usando o ambiente de Educação a Distância VirtualCurso, desenvolvido originalmente pelo Laboratório de Tecnologia de Informação Aplicada (LTIA) da UNESP – campus de Bauru - SP. A implementação recebeu o nome de VCurso+. Realizou-se alguns testes com o sistema para verificar se o reforço obteve o efeito esperado na aprendizagem do aluno.

# ABSTRACT

This work presents an architecture to support automatically the apprentice's reinforcing on environment of Distance Education. In order to develop this architecture technologies from the areas of Ontology & Agents have been used. The Ontology domain has contributed with the building of apprentice's materials and the construction of domain ontologies for the disciplines of Data Structures I and Analysis & Development of Algorithms I, taught on bachelor's degree of Computer Science and bachelor's degree in Information Systems courses offered at the Computer Science Department of UNESP campus of Bauru SP. The Agents domain has inspired the creation of search agents capable of making indications of content reinforcing. The proposed architecture was implemented in the VirtualCurso environment, developed originally at Laboratory of Technology of Information Applied (LTIA) from UNESP campus of Bauru SP and it was called VCurso+. Some tests have been made with the system to verify whether the reinforcing learning proposed by architecture has had the expected effect on the apprentice's learning.

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE TABELAS

1. INTRODUÇÃO	01
1.1. Motivação .....	01
1.2. Objetivos .....	04
1.3. Organização do texto .....	05
2. EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA	07
2.1. Introdução .....	07
2.2. Ambientes computacionais para Educação a Distância .....	09
2.2.1. CoL .....	09
2.2.2. AulaNet .....	11
2.2.3. WebCT .....	13
2.2.4. Virtual-U .....	14
2.2.5. VirtualCurso .....	15
2.2.6. Comparação dos ambientes .....	18
2.3. Reforço em Educação a Distância .....	20
2.4. Conclusões .....	23
3. ONTOLOGIA	25
3.1. Introdução .....	25
3.2. Definições de ontologia .....	29
3.3. Classificação e critérios para construção de ontologias .....	30
3.4. Metodologias para construção das ontologias .....	32
3.5. Linguagens e ambientes para construção de ontologias .....	34

3.5.1. OWL .....	36
3.5.2. Ambiente Protegé .....	38
3.6. Ontologia de Materiais de Aprendizagem .....	39
3.7. Conclusões .....	43
4. ARQUITETURA DE UM SISTEMA PARA REFORÇO EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA BASEADO EM ONTOLOGIAS .....	44
4.1. Visão geral .....	44
4.2. Ontologias desenvolvidas .....	46
4.3. Agentes mediadores .....	47
4.4. Ambiente de EaD .....	49
4.5. Funcionamento .....	50
4.6. Conclusões .....	51
5. VCURSO+: UMA IMPLEMENTAÇÃO DA ARQUITETURA .....	53
5.1. Considerações iniciais .....	53
5.2. Implementação da ontologia de material de aprendizagem .....	55
5.3. Ontologia de domínio das disciplinas .....	59
5.4. Instanciação da ontologia .....	64
5.5. Avaliação no VirtualCurso .....	66
5.6. Alterações no VirtualCurso gerando o VCurso+ .....	79
5.6.1. Alterações no cadastro de perguntas e respostas .....	79
5.6.2. Alterações na correção das avaliações .....	80
5.7. Implementação dos agentes .....	82
5.7.1. AgenteCurso .....	84
5.7.2. AgenteDisciplinas .....	84
5.7.3. AgenteInstancias .....	85
5.8. Conclusões .....	86



6. AVALIAÇÃO DO VCURSO+	87
6.1. Introdução .....	87
6.2. Teste t para diferenças de médias .....	88
6.3. Resultado estatístico .....	89
6.4. Conclusões .....	92
7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	93
ANEXO A – Ontologia de Materiais de Aprendizagem	96
ANEXO B - Ontologia de domínio das disciplinas	98
ANEXO C – Instâncias das ontologias	115
ANEXO D - Avaliações realizadas	154
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	161

# LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Tela inicial do CoL .....	10
Figura 2.2. Tela inicial do AulaNet .....	12
Figura 2.3. Tela inicial do WebCT .....	14
Figura 2.5. Tela inicial do VirtualCurso .....	16
Figura 2.6. Interface da Página do Aluno no VirtualCurso .....	17
Figura 2.7. Interface da Página do Coordenador no VirtualCurso .....	18
Figura 3.1. Estrutura inter relacionada de tecnologias da Web Semântica .....	27
Figura 3.2. METHONTOLOGY .....	33
Figura 3.3. Formalismos e linguagens .....	35
Figura 3.4. As Camadas de linguagens de Ontologia .....	35
Figura 3.5. Tela inicial do Protegé .....	39
Figura 4.1. Visão geral da arquitetura .....	45
Figura 4.2. Os agentes da arquitetura .....	48
Figura 4.3. O elo entre AgenteCurso e AgenteDisciplina .....	48
Figura 4.4. O elo entre AgenteCurso e Agenteinstancias .....	49
Figura 5.1. Ontologia sobre materiais de aprendizagem no Protegé .....	60
Figura 5.2. Tela do coordenador/professor do VirtualCurso .....	67
Figura 5.3. Consulta de uma questão no VirtualCurso .....	68
Figura 5.4. Alteração de uma questão no VirtualCurso .....	69
Figura 5.5. Tela do VirtualCurso para criação do enunciado da questão .....	70
Figura 5.6. Tela do VirtualCurso para inserção de respostas .....	71
Figura 5.7. Tela do VirtualCurso com uma questão completa .....	72
Figura 5.8. Tela do VirtualCurso na ferramenta Avaliação .....	73
Figura 5.9. Tela de consulta de uma avaliação no Virtual Curso .....	74
Figura 5.10. Tela dos módulos no VirtualCurso .....	75
Figura 5.11. Tela de alteração de uma avaliação no Virtual Curso .....	75

Figura 5.12. Tela do VirtualCurso na criação de uma avaliação .....	76
Figura 5.13. As questões disponíveis para avaliação .....	77
Figura 5.14. Relatório ordenado por questão no VirtualCurso .....	78
Figura 5.15. Relatório ordenado por aluno no VirtualCurso .....	78
Figura 5.16. A tela de inserção de perguntas alterada .....	79
Figura 5.17. A tela de respostas alterada .....	80
Figura 5.18. Uma avaliação no VirtualCurso .....	81
Figura 5.19. Resultado de uma avaliação no VirtualCurso .....	81
Figura 5.20. Resultado do reforço indicado pelos agentes .....	82
Figura 5.21. Diagrama de estados de agente na Plataforma JADE .....	83
Figura 5.22. Configuração dos agentes .....	84
Figura A.1. Ontologia de Materiais de Aprendizagem sobre disciplinas no Protege	96
Figura B.1. Ontologia de domínio sobre disciplinas no Protege .....	99

# LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1. Parte introdutória de um arquivo OWL .....	37
Quadro 3.2. Cabeçalho da ontologia em OWL .....	37
Quadro 3.3. Corpo da ontologia em OWL .....	37
Quadro 5.1. Cabeçalho do arquivo de instancias.owl .....	65
Quadro 5.2. Código OWL da instanciação da figura 5.10 .....	65
Quadro 6.1. Resultado do teste t pelo Minitab (MINITAB, 1994) .....	90

# LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Tabela comparativa entre os ambientes .....	19
Tabela 3.1. Conceitos da ontologia de Araújo (2003, AnexoA) .....	41
Tabela 3.2. Relações da ontologia de Araújo (2003, AnexoA) .....	42
Tabela 5.1. Conceitos da ontologia de Materiais de Aprendizagem modificada .....	57
Tabela 5.2. Relações da ontologia de Materiais de Aprendizagem modificada .....	58
Tabela 5.3. Conceitos definidos na ontologia de Disciplinas .....	64
Tabela 6.1. Proporção de erros e acertos (após o uso da ferramenta) .....	90
Tabela D.1. Respostas de um aluno às duas avaliações .....	158
Tabela D.2. Desempenho dos alunos após a primeira avaliação .....	159