

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

SIDNEI RENATO SILVEIRA

**Formação de Grupos Colaborativos em um  
Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem na Internet: um  
estudo de caso utilizando sistemas multiagentes e algoritmos genéticos**

Tese de Doutorado apresentada como requisito  
parcial para obtenção do grau de Doutor em  
Ciência da Computação.

Prof. Dr. Dante Augusto Couto Barone  
Orientador

Porto Alegre, janeiro de 2006

## CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Silveira, Sidnei Renato

Formação de Grupos Colaborativos em um Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem na Internet: um estudo de caso utilizando sistemas multiagentes e algoritmos genéticos / Sidnei Renato Silveira. – Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2006. 125 f. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, BR-RS, 2006. Orientador: Dante Augusto Couto Barone.

1. Inteligência Artificial na Educação. 2. Sistemas Multiagentes. 3. Ambientes Inteligentes de Aprendizagem. 4. Algoritmos Genéticos. 5. Grupos Colaborativos. I. Barone, Dante Augusto Couto. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. José Carlos Ferraz Hennemann

Vice-Reitor: Prof. Pedro Cezar Dutra Fonseca

Pró-Reitora de Pós-Graduação: Profa. Valquíria Linck Bassani

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

Coordenador do PPGC: Prof. Flávio Rech Wagner

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

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	5
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	7
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	8
<b>RESUMO</b> .....	9
<b>ABSTRACT</b> .....	10
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>1.1 Problema</b> .....	12
<b>1.2 Hipótese</b> .....	12
<b>1.3 Objetivos</b> .....	12
<b>1.4 Atividades Desenvolvidas</b> .....	13
<b>1.5 Áreas Relacionadas ao Trabalho</b> .....	14
<b>1.6 Estrutura do Trabalho</b> .....	14
<b>2 ÁREAS RELACIONADAS AO TRABALHO - CONCEITOS</b> .....	16
<b>2.1 Informática na Educação</b> .....	16
2.1.1 Educação à Distância - EaD .....	20
<b>2.2 Inteligência Artificial &amp; Inteligência Artificial na Educação</b> .....	25
2.2.1 Inteligência Artificial .....	25
2.2.2 Inteligência Artificial Distribuída .....	27
2.2.3 Inteligência Artificial Aplicada à Educação (IA-ED) .....	28
<b>2.3 Agentes &amp; Sistemas Multiagentes</b> .....	29
2.3.1 Definição de Agente.....	29
2.3.2 Diferenças entre um Agente e um Programa.....	30
2.3.3 Sistemas Multiagentes.....	31
2.3.4 Arquiteturas de Agentes .....	32
2.3.5 Aplicações dos Agentes.....	32
2.3.5.1 Agentes Pedagógicos.....	34
<b>2.4 Algoritmos Genéticos</b> .....	35
<b>2.5 Formação de Grupos</b> .....	38
<b>3 TRABALHOS RELACIONADOS</b> .....	41
<b>3.1 Ambientes de Ensino e Aprendizagem utilizando a Abordagem de Agentes</b> .....	41
<b>3.2 Discussão sobre os Ambientes Identificados</b> .....	42
<b>4 TRABALHO PROPOSTO</b> .....	55
<b>4.1 Projeto AMIA</b> .....	55
<b>4.2 Ambiente <i>TelEduc</i></b> .....	56
<b>4.3 Arquitetura Proposta</b> .....	58
4.3.1 Modelo de Aluno e Técnicas de Adaptação .....	58
4.3.2 Funcionamento dos Agentes.....	62
<b>5 FORMAÇÃO DOS GRUPOS COLABORATIVOS</b> .....	68

<b>6 VALIDAÇÃO DO ALGORITMO GENÉTICO .....</b>	<b>78</b>
<b>6.1 Resultados do Grupo Experimental 1 .....</b>	<b>82</b>
<b>6.2 Resultados do Grupo Experimental 2 .....</b>	<b>84</b>
<b>6.3 Resultados do Grupo de Controle .....</b>	<b>86</b>
<b>6.4 Comparação entre os Grupos Experimentais e de Controle .....</b>	<b>88</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>92</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>95</b>
<b>APÊNDICE A Autorização das Instituições de Ensino Superior.....</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICE B Dados dos Grupos – Algoritmos e Programação II - FACENSA</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE C Atividades - Algoritmos e Programação II - FACENSA .....</b>	<b>113</b>
<b>APÊNDICE D Dados dos Grupos – Algoritmos e Programação - UniRitter .....</b>	<b>115</b>
<b>APÊNDICE E Dados dos Grupos – Algoritmos e Programação I - FACENSA..</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICE F Dados dos Grupos – Algoritmos e Programação I - ULBRA.....</b>	<b>119</b>
<b>APÊNDICE G Atividade dos Grupos Experimentais e de Controle .....</b>	<b>121</b>
<b>APÊNDICE H Produção Científica Relacionada ao Trabalho .....</b>	<b>123</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS

ADE	Advance Distance Education
ADELE	Agent for Distance Learning Environments
AG	Algoritmo Genético
ALIVE	Artificial Live Interactive Video Environment
AME-A	Ambiente Multiagente de Ensino-Aprendizagem
AMIA	Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem
ARCA	Ambiente de Realidade Virtual Cooperativo de Aprendizagem
AW	Active Worlds
BDI	Belief-Desire-Intentions
CAI	Computer Aided Instruction
CBT	Computer Based Training
CMAS	Cooperative Multiagent Systems
CSCW	Computer Supported Cooperative Work
CSCL	Computer Supported Cooperative Learning
EaD	Educação a Distância
EDMC	Educação a Distância Mediada por Computadores
EGEMS	Electronic Games for Education in Math and Science
FACENSA	Faculdade Cenecista Nossa Senhora dos Anjos
GULLIVR	Graphical User Learning Landscapes in VR
HTML	HyperText Markup Language
IA	Inteligência Artificial
IA-ED	Inteligência Artificial na Educação
IAD	Inteligência Artificial Distribuída
ILE	Intelligent Learning Environment
ITS	Intelligent Tutoring System
JADE	Java Agent Framework for Distance Learning Environments
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LeCS	Learning from Case Studies
MAS	Multi Agent System
MEC	Ministério da Educação
MCOE	Multi Cooperative Environment
MOO	MUD Object-Oriented
NICE	Narrative Immersive Constructionist/Collaborative Environments
NIED	Núcleo de Informática Aplicada à Educação
PROCERGS	Companhia de Processamento de Dados do Rio Grande do Sul
RV	Realidade Virtual
SDK	Software Development Kit
SH	Sistema Hipermídia

SHA	Sistema Hiper�m�dia Adaptativo
SMA	Sistemas Multiagentes
SMAS	Self-Interested Multiagent System
SPD	Solucionadores de Problemas Distribuídos
STEVE	Soar Training Expert for Virtual Environments
STI	Sistemas Tutores Inteligentes
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
UniRitter	Centro Universitário Ritter dos Reis
VET	Virtual Environment for Training
VRML	Virtual Reality Modeling Language
WBT	Web Based Training
WWW	World Wide Web

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Áreas Relacionadas ao Trabalho.....	14
Figura 2.1: Esquema de Classificação dos <i>Softwares</i> Educacionais .....	18
Figura 2.2: Ambientes Virtuais e Comunidades de Aprendizagem .....	23
Figura 2.3: Modelo Genérico de um Agente.....	29
Figura 2.4: Arquitetura de um Agente Inteligente.....	30
Figura 2.5: Funcionamento de um Algoritmo Genético .....	36
Figura 3.1: Classificação dos Ambientes Identificados.....	43
Figura 3.2: Grau de Complexidade na Implementação dos Ambientes.....	50
Figura 4.1: Estrutura do Ambiente <i>TelEduc</i> .....	57
Figura 4.2: Arquitetura de Agentes.....	62
Figura 5.1: Exemplo de Cromossomo .....	69
Figura 5.2: Exemplo de <i>Crossover</i> de 2 Pontos .....	70
Figura 5.3: Estrutura de Dados para Formação dos Grupos Colaborativos.....	73
Figura 5.4: Diagrama de Seqüência - <i>Login</i> do Professor .....	74
Figura 5.5: Instrumento para Definição dos Estilos Cognitivos .....	75
Figura 5.6: Enquadramento nos Estilos Cognitivos .....	76
Figura 5.7: Critérios para Formação dos Grupos Colaborativos.....	76
Figura 5.8: Resultados do Algoritmo Genético.....	77

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Principais Características dos Ambientes/Agentes Identificados .....	48
Quadro 3.2: Quadro Comparativo entre os Ambientes Identificados.....	51
Quadro 4.1: Perfis do Modelo de Aluno e Técnicas Adaptativas .....	58
Quadro 4.2: Grupos das Técnicas de Adaptação.....	59
Quadro 5.1: Definição dos Papéis segundo o Estilo Cognitivo .....	71
Quadro 5.2 Características dos Papéis .....	71
Quadro 6.1 - Avaliação do Trabalho do Grupo (Avaliação do Professor) .....	80
Quadro 6.2: Avaliação do Trabalho do Grupo (Auto-Avaliação).....	81
Quadro 6.3: Avaliação do Trabalho do Grupo (Auto-Avaliação) – UniRitter.....	82
Quadro 6.4 - Avaliação do Trabalho do Grupo (Avaliação do Professor) UniRitter.....	83
Quadro 6.5: Avaliação do Trabalho do Grupo (Auto-Avaliação) – FACENSA.....	84
Quadro 6.6: Avaliação do Trabalho do Grupo (Avaliação do Professor) FACENSA.....	85
Quadro 6.7: Avaliação do Trabalho do Grupo (Auto-Avaliação) – ULBRA .....	86
Quadro 6.8: Avaliação do Trabalho do Grupo (Avaliação do Professor) – ULBRA..	87
Quadro 6.9: Avaliação do Trabalho do Grupo (Auto-Avaliação) – Comparação.....	88
Quadro 6.10: Avaliação do Trabalho do Grupo (Avaliação do Professor) Comparação.....	89



## RESUMO

Este texto apresenta a tese de doutorado em Ciência da Computação na linha de pesquisa de *Inteligência Artificial*, dentro da área de IAD – Inteligência Artificial Distribuída (mais especificamente os Sistemas Multiagentes – SMA). O trabalho aborda a formação de grupos colaborativos em um ambiente multiagente interativo de aprendizagem na *web*, através da utilização de técnicas de Inteligência Artificial.

O trabalho apresenta a definição e implementação de uma arquitetura de agentes modelados com algoritmos genéticos, integrada a um ambiente colaborativo de aprendizagem, o *TelEduc*.

Inicialmente faz-se um breve estudo sobre as áreas envolvidas na tese: Informática na Educação, Educação a Distância, Inteligência Artificial, Inteligência Artificial Distribuída e Inteligência Artificial Aplicada à Educação. Abordam-se, também, as áreas de pesquisa que abrangem os Sistemas Multiagentes e os Algoritmos Genéticos. Após este estudo, apresenta-se um estudo comparativo entre ambientes de ensino e aprendizagem que utilizam a abordagem de agentes e a arquitetura proposta neste trabalho.

Apresenta-se, também, a arquitetura de agentes proposta, integrada ao ambiente *TelEduc*, descrevendo-se o funcionamento de cada um dos agentes e a plataforma de desenvolvimento. Finalizando o trabalho, apresenta-se o foco principal do mesmo, a formação de grupos colaborativos, através da implementação e validação do *agente forma grupo colaborativo*. Este agente, implementado através de um algoritmo genético, permite a formação de grupos colaborativos seguindo os critérios estabelecidos pelo professor. A validação do trabalho foi realizada através de um estudo de caso, utilizando o agente implementado na formação de grupos colaborativos em quatro turmas de cursos superiores de Informática, na Região Metropolitana de Porto Alegre, em disciplinas que envolvem o ensino de programação de computadores.

**Palavras-Chave:** Inteligência Artificial na Educação, Sistemas Multiagentes, Ambientes Inteligentes de Aprendizagem, Algoritmos Genéticos, Grupos Colaborativos.

# **Collaborative Groups in a Multi-agent Learning Interactive Environment: a case study applied to multi-agent systems and genetic algorithms**

## **ABSTRACT**

The present thesis was developed as part of the Computer Science doctorate study carried out at Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil. The study employs Distributed Artificial Intelligence (more specifically Multi-Agent Systems – MAS) techniques to approach the formation of collaborative groups in a web-based interactive multi-agent environment.

The definition and implementation of an architecture of agents modeled with genetic algorithms is presented, as well as their integration with TelEduc, a collaborative learning environment.

Initially, an outline of areas related to the topic was performed, such as Computer Science and Education, Distance Learning, Artificial Intelligence, Distributed Artificial Intelligence and Artificial Intelligence and Education. Multi-Agent Systems and Genetic Algorithms domains were also approached. After this overview, the study makes a comparison between teaching and learning environments that use agents and the new architecture.

The thesis also describes the architecture proposed, which is integrated to the TelEduc environment, by defining the functionality of each agent and the platform of development. Finally, the agent that forms collaborative groups by using aspects defined by the teacher is presented. Validation was performed through a case study carried out with students from four college courses on Computer Science, in computer programming classes where the agent implemented was tested in its task of forming collaborative groups.

**Keywords:** Artificial Intelligence and Education, Multi-Agent Systems, Intelligent Learning Environment, Genetic Algorithms, Collaborative Groups

# 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta a tese de doutorado em Ciência da Computação na linha de pesquisa de *Inteligência Artificial*, dentro da área de IAD – Inteligência Artificial Distribuída (mais especificamente os Sistemas Multiagentes – SMA). O trabalho aborda a utilização de agentes em ambientes de ensino e aprendizagem, através da modelagem dos agentes utilizando-se algoritmos genéticos. O trabalho propõe uma arquitetura de agentes modelados com algoritmos genéticos, integrada a um ambiente colaborativo de aprendizagem, o *TelEduc*.

A utilização do ambiente *TelEduc* se deve ao fato de que a arquitetura de agente implementada está integrada ao Projeto AMIA - Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem. O Projeto AMIA tem como objetivo geral: “Propor um modelo de formação continuada que contemple a questão da inclusão e do uso das novas tecnologias no processo educativo, através de um ambiente virtual adaptativo, promovendo a construção cooperativa de conhecimento” (Tarouco, 2001).

Entre os objetivos propostos pelo projeto AMIA está a constituição, a partir de uma plataforma de *software* livre, de um ambiente adaptativo multiagente para a formação continuada a distância de professores na área de Informática na Educação. Um dos sub-projetos que compõem o projeto AMIA envolve a utilização de agentes em ambientes adaptativos de ensino e aprendizagem, tendo como principais objetivos a definição de uma arquitetura de agentes adaptativos, que modifiquem o ambiente de acordo com as características extraídas do modelo de aluno. Estes agentes utilizam técnicas de hipermídia adaptativa para implementar as adaptações do ambiente de acordo com o perfil do aluno.

O projeto AMIA é composto por três sub-projetos cujos objetivos propostos envolvem duas abordagens: o problema da formação de professores na área de Informática na Educação e os recursos necessários para EaD. Os sub-projetos são:

1. A Utilização de Agentes em Ambientes Adaptativos de Ensino e Aprendizagem;
2. Suporte Aberto e Padronizado para Colaboração via Rede;
3. A Formação Continuada a Distância de Professores para a Informática na Educação.

A presente Tese de Doutorado está enquadrada no primeiro sub-projeto, através

do estudo e construção da arquitetura de agentes que possibilita a adaptação do ambiente. O Projeto AMIA será visto com mais detalhes no Capítulo 4 deste trabalho.

O *TelEduc* é um ambiente para criação, participação e administração de cursos via *web*, desenvolvido pelo NIED-Unicamp. A sua base de desenvolvimento está na facilidade de utilização das ferramentas, desenvolvidas para usuários que não precisam ser especialistas em Informática. O ambiente utiliza *software* livre, que é um dos pré-requisitos do Projeto AMIA.

A definição do *TelEduc* como ambiente de desenvolvimento do Projeto AMIA foi realizada através de estudos sobre ambientes colaborativos e a utilização do mesmo pelos pesquisadores do grupo. O ambiente *TelEduc* foi implementado utilizando-se a linguagem de programação PHP e a filosofia do *software* livre permite que seja modificado livremente, pois seu código fonte é aberto, desde que estas modificações sejam disponibilizadas à comunidade científica.

Tendo-se por base as definições do Projeto AMIA, estabeleceram-se o problema, hipótese, objetivos e atividades desenvolvidas para a presente Tese de Doutorado.

## 1.1 Problema

A partir dos estilos cognitivos compreendidos pelo modelo de aluno, como formar grupos colaborativos estabelecendo os papéis que os indivíduos desempenharão, através de uma arquitetura de agentes integrada a um ambiente de Educação a Distância via *web*?

## 1.2 Hipótese

Através de uma arquitetura que utiliza técnicas computacionais de Inteligência Artificial, é possível realizar a formação de grupos colaborativos, permitindo a definição dos papéis dos componentes do mesmo.

## 1.3 Objetivos

- Definir os critérios necessários para a formação de grupos colaborativos, permitindo a definição adequada de papéis dos indivíduos participantes;
- Identificar os papéis dos indivíduos do grupo a partir dos estilos cognitivos compreendidos pelo modelo de aluno;
- Implementar um agente que permita a formação de grupos colaborativos, utilizando algoritmos genéticos;
- Integrar o agente implementado a uma arquitetura de agentes, em um ambiente de Educação a Distância via *web*;
- Validar a formação dos grupos colaborativos formados, através do estabelecimento de grupos experimentais e de controle.

## 1.4 Atividades Desenvolvidas

- Estudar:
  - Educação a Distância e Colaboração;
  - Estilos Cognitivos;
  - Formação de Grupos;
  - Definição de Papéis;
  - Sistemas Multiagentes;
  - Aplicação de Agentes em Ambientes de Ensino e Aprendizagem;
  - Algoritmos Genéticos;
- Definir os critérios necessários para a formação dos grupos;
- Modelar um agente que permita a formação dos grupos e a identificação dos papéis dos componentes do mesmo, utilizando algoritmos genéticos;
- Implementar o agente proposto;
- Integrar o agente implementado a um ambiente de Educação a Distância via *web*;
- Validar a formação dos grupos propostos, através do estabelecimento de grupos experimentais e grupo de controle, durante a realização de atividades educacionais a distância.

Os grupos experimentais e de controle foram formados por alunos de cursos superiores da área de Informática, oriundos de três instituições de ensino superior da Região Metropolitana de Porto Alegre, sendo elas: ULBRA (Universidade Luterana do Brasil – Campus de Canoas - RS), UniRitter (Centro Universitário Ritter dos Reis – Campus de Porto Alegre- RS) e FACENSA (Faculdade Cenecista Nossa Senhora dos Anjos – Gravataí – RS) . Estes grupos permitiram a realização do estudo de caso proposto, consistindo na realização de um trabalho de integração entre faculdade e empresa, em disciplinas que abordam o estudo da Programação de Computadores. A escolha da metodologia de estudo de caso deu-se a partir da definição proposta por Yin: “(...) os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo ‘como’ e ‘por que’, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real” (2001, p. 19).

Antes de realizar a aplicação da formação de grupos colaborativos proposta, foi realizado um pré-teste, envolvendo os alunos da disciplina de Algoritmos e Programação II, da FACENSA. Este pré-teste serviu para identificar pontos que precisaram ser melhorados para a validação adequada nos demais grupos.

Para realizar o estudo de caso proposto, foram aplicadas as seguintes estratégias:

- 1) grupos formados espontaneamente, com definição de papéis também espontânea, compostos pelos alunos da disciplina de Algoritmos e Programação do UniRitter;

- 2) grupos formados pelo agente, com definição automática de papéis, de acordo com os estilos cognitivos dos alunos, compostos pelos alunos da disciplina de Algoritmos e Programação I da ULBRA;
- 3) grupos formados pelo agente, sem definição de papéis (definição de papéis espontânea), compostos pelos alunos da disciplina de Algoritmos e Programação I da FACENSA.

As informações pertinentes aos grupos experimentais e de controle e atividades propostas são apresentadas no capítulo 6 deste trabalho. No Apêndice A encontram-se as autorizações das respectivas instituições, permitindo a realização e apresentação dos resultados do estudo, sendo que os nomes dos alunos integrantes foram mantidos em sigilo.

## 1.5 Áreas Relacionadas ao Trabalho

Este trabalho envolve diversas áreas da Ciência da Computação, demonstradas graficamente na Figura 1.1. O foco principal consiste na utilização de técnicas de Inteligência Artificial, através de uma arquitetura de agentes, modelados com algoritmos genéticos, integrada a um ambiente cooperativo/colaborativo<sup>1</sup> de Educação a Distância.

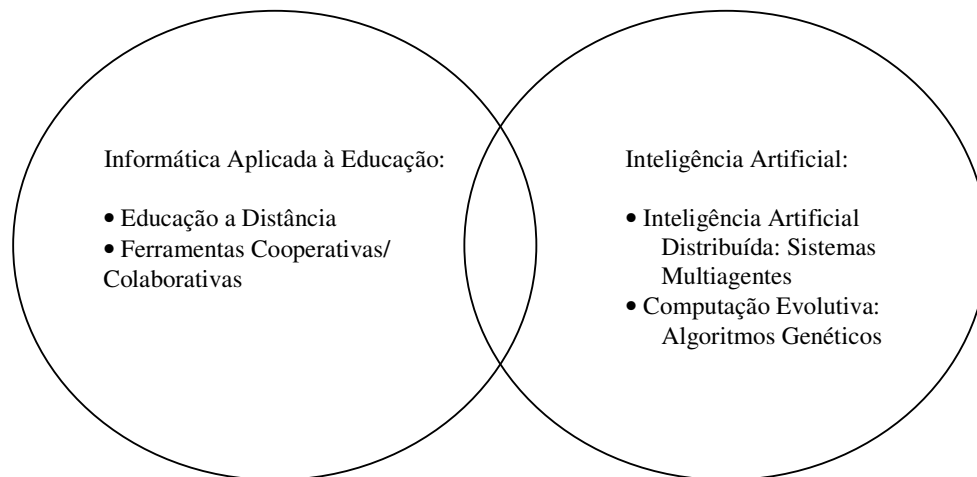


Figura 1.1: Áreas Relacionadas ao Trabalho

## 1.6 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho encontra-se assim estruturado: inicialmente faz-se um breve estudo sobre os principais conceitos das áreas envolvidas na tese: Informática na Educação, Educação a Distância, Inteligência Artificial, Inteligência Artificial Distribuída e Inteligência Artificial Aplicada à Educação. Abordam-se, também, as áreas de pesquisa que abrangem os Sistemas Multiagentes e os Algoritmos Genéticos. Finalizando o referencial teórico, apresentam-se os conceitos que envolvem a formação de grupos colaborativos.

<sup>1</sup> Neste trabalho, os termos cooperativo e colaborativo estão sendo utilizados como sinônimos.

Após esta introdução, apresenta-se um estudo comparativo entre ambientes de ensino e aprendizagem que utilizam a abordagem de agentes e a arquitetura proposta neste trabalho. Este estudo serviu para identificar os critérios que foram levados em conta para o desenvolvimento da arquitetura de agentes e da adaptação de acordo com o estilo cognitivo dos alunos.

Apresenta-se, também, a arquitetura de agentes implementada, integrada ao ambiente *TelEduc*, descrevendo-se o funcionamento de cada um dos agentes e a plataforma de desenvolvimento. Finalizando o trabalho, apresenta-se o agente que permite a formação dos grupos colaborativos, descrevendo sua implementação, além do estudo de caso realizado para a validação da hipótese apresentada.

As considerações finais apresentam o fechamento do trabalho, revisitando o problema e a hipótese, além de apresentar as possibilidades de trabalhos futuros, que poderão ser realizados a partir dos resultados alcançados. Os apêndices apresentam as informações referentes aos grupos experimentais e de controle e atividades realizadas com os alunos, além das informações referentes à produção científica oriunda e/ou relacionada a este trabalho.

## **2 ÁREAS RELACIONADAS AO TRABALHO - CONCEITOS**

Neste capítulo são apresentados conceitos fundamentais sobre as áreas envolvidas no trabalho proposto, visando contextualizar a terminologia utilizada e servir como um breve referencial teórico.

### **2.1 Informática na Educação**

A utilização dos computadores em quase todas as áreas do conhecimento já é uma realidade e a Educação também vem sentindo os reflexos desta utilização. Atualmente, o ensino precisa ser mais individualizado e as tecnologias da comunicação, incluindo-se o computador, estão muito presentes, tornando-se importante permitir que a sociedade tome conhecimento destas novas tecnologias e aprenda a utilizá-las adequadamente.

A informação é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento da sociedade atual e, sem dúvida, o computador é uma das tecnologias que socializa a informação, ou seja, que distribui e permite o acesso à informação por um número cada vez maior de pessoas. A escola precisa preparar o aluno para selecionar, dentre o enorme volume de informação existente atualmente, a essência das informações apresentadas, além de propiciar que o aluno “aprenda a aprender”. Segundo Lollini (1991, p. 15), “A era da informação requer profunda revisão do sistema educativo. Sua tarefa é formar as novas gerações, respeitando a sua natureza e tendo consciência de suas necessidades, que estão mudando, e a escola não pode ignorar isso”.

A utilização das novas tecnologias, como o computador, abre interessantes perspectivas para a educação e, cabe aos professores, planejar e organizar a implantação do computador na escola, para que sejam maximizadas as vantagens e analisadas experiências anteriores. Segundo Stahl (1991, p. 02), “É importante analisar e compreender as mudanças que a nova tecnologia da informação causa em processos fundamentais como o pensamento e comunicação, abrindo algumas novas e interessantes perspectivas para a educação”.

O computador oferece uma variedade de ambientes de ensino e aprendizagem, que podem ser explorados e utilizados de maneira a despertar o interesse do aluno, servindo ao professor como uma poderosa ferramenta. Segundo alguns autores, tais como Lollini (1991) e Papert (1994), com a utilização destas ferramentas, a aquisição



do conhecimento é amplamente renovada, direcionando-se a um processo diferenciado de ensino e aprendizagem, que leva em consideração o ritmo individual de cada aluno. Este processo baseia-se na utilização dos computadores em conjunto com técnicas de ensino construtivista.

O fato de que o computador considera o ritmo individual de aprendizagem do aluno reforça a questão de que os alunos aprendem de forma diferente uns dos outros, como afirma Gardner (1995, p. 147), “... existem imensas diferenças entre os indivíduos em suas potencialidades e dificuldades intelectuais, e também em seus estilos de ataque em suas buscas cognitivas”.

Para que a utilização do computador em sala de aula torne-se uma realidade, faz-se necessária a aquisição e/ou desenvolvimento de *softwares* educacionais. Um *software* educacional é um programa de computador que auxilia no processo de ensino e aprendizagem. Chaves (1998b), afirma que qualquer *software* que possa ser utilizado para algum objetivo educacional ou pedagogicamente defensável pode ser considerado *software* educacional, incluindo programas comerciais existentes, tais como: processadores de texto, gerenciadores de bancos de dados, planilhas eletrônicas, entre outros.

Estes *softwares* podem ser classificados e organizados pelo tipo de enfoque educacional utilizado, os métodos tradicionais de educação ou o desenvolvimento de habilidades de pensamento e manipulação de informação (Silveira, 1999). Chaves (1998a) diz que os *softwares* educacionais podem ser classificados em três grandes grupos:

- 1) *Educação em informática*: programas voltados para a profissionalização na área de informática;
- 2) *Educação para informática*: programas voltados para utilização do computador como ferramenta de trabalho nas diversas áreas de atuação profissional;
- 3) *Educação pela informática*: programas utilizados como meio de promover uma aprendizagem ativa, dinâmica, motivada, servindo como instrumentos que ajudem no desenvolvimento cognitivo da criança, como ferramenta auxiliar do processo de pensar e de resolver problemas.

Dentre as classificações e tipos de *softwares* educacionais pode-se ressaltar algumas características presentes em alguns destes *softwares*, tais como (Silveira, 1999):

- o computador assume o papel de um gerador de exercícios, abordando determinado conteúdo relativo a algum aspecto de um determinado assunto;
- alguns *softwares* são baseados na capacidade do computador em manipular textos, para apresentar material didático textual e gráfico, de forma muito mais dinâmica e motivadora;
- o computador pode apresentar perguntas e testes de avaliação, e conforme as respostas, reapresentar todo ou parte do material instrucional, e formular novas perguntas;

- utilizar o computador como um instrumento auxiliar para a análise de dados e resolução de problemas;
- simular e fazer construção de modelos através do computador.

A Figura 2.1 mostra um esquema de classificação dos *softwares* educacionais, demonstrado em Maenza (1994). Conforme o esquema, os *softwares* educacionais estão classificados em: instrução e treinamento (exercício e prática, tutorial e sistemas tutoriais inteligentes); aprendizagem (jogos e simulações); ferramentas (bancos de dados e processadores de textos) e linguagens de programação (como por exemplo, a linguagem Logo).

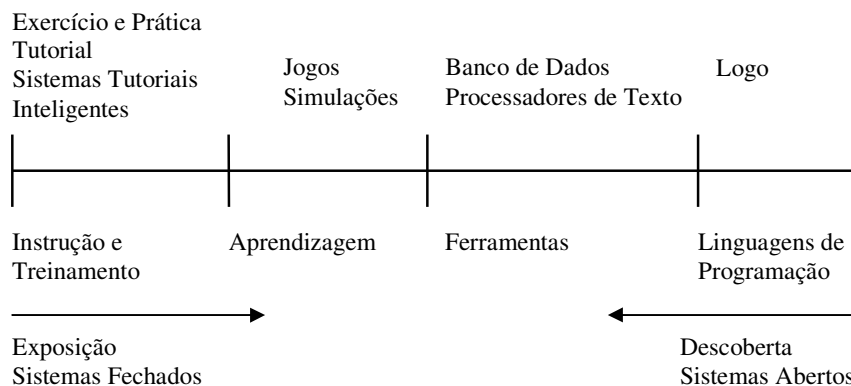


Figura 2.1: Esquema de Classificação dos *Softwares* Educacionais (Maenza, 1994)

Segundo Campos (1996) e Galvis-Panqueva (1998), o uso dos computadores na educação baseia-se em dois enfoques:

- *enfoque algorítmico*: também conhecido como ambiente de ensino computadorizado. O computador é visto como uma "máquina de ensinar" e o aluno como receptor de informação;
- *enfoque heurístico*: também conhecido como ambiente de aprendizagem aberto. O computador é utilizado como uma ferramenta, um meio para aprender. Este enfoque visa a exploração e construção de conceitos significativos, propiciando o desenvolvimento de habilidades cognitivas incluindo estratégias de solução de problemas, criatividade, manipulação de informações e aprendizagem por descoberta, permitindo que o próprio aluno comprove suas hipóteses e conclua fatos, através de suas interações com o ambiente.

Os enfoques apresentados acima correspondem aos sistemas fechados (exposição) e abertos (descoberta), demonstrados na Figura 2.1. Alguns *softwares* educacionais podem mesclar aspectos dos enfoques algorítmico e heurístico. Como exemplo pode-se citar a construção de um ambiente de aprendizagem, enfocando um determinado assunto, que apresenta informações para o aluno (como em um tutorial), mas também inclui algum tipo de opção onde o aluno pode construir seu conhecimento, por exemplo, participando da elaboração das informações que serão apresentadas (Silveira, 1999).

Dentre as diversas classificações de *softwares* educacionais existentes, serão abordados alguns tipos de acordo com sua utilização. Dentre eles citam-se: 1) ferramentas; 2) simuladores; 3) exercício-e-prática; 4) tutorial; 5) demonstrações e 6) jogos educativos.

### *Ferramentas*

Nesta modalidade de *software* educacional, o computador é utilizado por professores e alunos como um instrumento capaz de realizar tarefas úteis. Essas ferramentas são extremamente versáteis, tendo aplicação em todas as áreas do currículo escolar, podendo ajudar alunos em suas atividades de escrita, cálculos, desenhos, entre outras. Como exemplos de ferramentas citam-se: processadores de texto, gerenciadores de base de dados, planilhas eletrônicas, programas gráficos, hipertextos, linguagens de programação e editores de música (Paprocki; Silveira, 1995) (Silveira, 1999).

### *Simuladores*

Segundo (Paprocki; Silveira, 1995, p. 36), “Simulação é, basicamente, a utilização do computador para obtenção de resultados através de modelos matemáticos que imitam a realidade. A informação é colocada no computador com a finalidade de representar os fatores necessários a permitir uma melhor aproximação do objeto real”. Em um programa de simulação o aluno executa as entradas no teclado, valores específicos a uma determinada pergunta, para descobrir como responder ao computador. Verificando as respostas para as diferentes entradas de teclado, o aluno gradualmente compreende o modelo do fenômeno representado pelo simulador. Neste tipo de simulação o papel do professor é de fundamental importância, porque ele avaliará o desempenho e o aproveitamento do aluno (Kahn, 1991).

Pode-se utilizar simulações nas mais diversas áreas do ensino, como por exemplo ciências: simular experimentos e sistemas naturais; estudos sociais: relações de causa e efeito, desenvolver estratégia de pensamento e examinar interativamente sistemas sociais, políticos e econômicos; matemática: ajudam na compreensão de sistemas axiomáticos independentes, entre outros (Silveira, 1999).

### *Exercício-e-Prática*

É a mais comum e mais conhecida e, também, desacreditada, das aplicações educacionais. São os conhecidos “CAI” - *Computer Aided Instruction*, ou seja, Instrução Auxiliada por Computador. Estes *softwares* apresentam questões aos alunos. Estas questões podem ser de múltipla escolha explícita ou múltipla escolha implícita (Guilherme, 1991). Na múltipla escolha explícita o programa apresenta exercícios, com fornecimento de respostas e *feedback*. Na múltipla escolha implícita é o aluno quem escreve sua resposta. O programador deve prever todas as respostas possíveis, uma vez que apenas as respostas previstas recebem *feedback*. Liguori (1997) diz que a vantagem dos programas de exercício-e-prática é a correção imediata do erro.

### *Tutorial*

São programas de perguntas e respostas onde os alunos escrevem, ou selecionam, as respostas para as perguntas propostas. O programa analisa as respostas e registra os resultados. Em um tutorial, o computador passa a ser o instrutor do

estudante, adaptando-se às necessidades específicas do aluno. Os tutoriais ensinam e controlam o progresso da aprendizagem. É a forma tecnológica de fornecer a cada aluno um tutor individual que é paciente e adequado às necessidades do aluno (Liguori, 1997) (Silveira, 1999).

O desenvolvimento de tutores inteligentes (STI) surgiu devido às deficiências existentes nos tutoriais, que habitualmente são dotados de um único ponto de vista, não se preocupando em desenvolver espírito crítico.

### *Demonstrações*

As demonstrações são utilizadas principalmente no ensino tradicional de ciências e matemática. Demonstrações do movimento planetário, estrutura atômica, sistema circulatório, relação entre distâncias, velocidades e aceleração, processos geológicos, correntes oceânicas, entre outras, têm um potencial interativo muito maior e mais rico do que o tradicional “quadro-negro” (Liguori, 1997) (Paprocki; Silveira, 1995).

### *Jogos Educativos*

Os jogos educativos baseiam-se no interesse que as crianças têm em brincar e jogar e, aproveitando-se disso, criam ambientes de aprendizagem atraentes e gratificantes, constituindo-se em um recurso poderoso de estímulo para o desenvolvimento integral do aluno. Os jogos constituem um poderoso recurso de estimulação no desenvolvimento integral do aluno. Desenvolvem a atenção, disciplina, autocontrole, respeito a regras e habilidades perceptivas e motoras relativas a cada tipo de jogo oferecido. Podem ser jogados de forma individual ou coletiva, sempre com a presença do educador para estimular todo o processo, observar e avaliar o nível de desenvolvimento dos alunos e diagnosticar as dificuldades individuais, para poder produzir estímulos adequados a cada um (Silveira, 1999).

#### **2.1.1 Educação a Distância - EaD**

Para Litwin (2001), a Educação a Distância substitui a proposta tradicional de assistir regularmente e presencialmente uma aula, por uma nova proposta, através da qual os docentes e alunos interagem mediante situações não-convencionais, em espaços e tempos que não compartilham. Atualmente a EaD vem sendo cada vez mais disseminada pelo avanço da rede mundial de computadores – Internet mas, já no final do século XIX, instituições particulares dos Estados Unidos e da Europa já ofereciam cursos na modalidade a distância, por correspondência. Segundo Litwin (2001), em 1892 a Universidade de Chicago (EUA) já oferecia um curso por correspondência; em 1930 já existiam 39 universidades norte-americanas ofertando cursos nesta modalidade.

Na década de 60, a criação de “universidades a distância” permitiu a superação dos preconceitos e resistências envolvendo a EaD. Foram criadas diversas universidades, incluindo a Universidade de Wisconsin (EUA), Universidade Aberta da Grã-Bretanha (*Open University*), Fern Universität (Alemanha), Universidade Nacional de Educação a Distância (Espanha), Universidade Aberta da Venezuela e a Universidade Estatal a Distância da Costa Rica, entre outras (Litwin, 2001). Além destas instituições que foram criadas para trabalhar apenas na modalidade a distância, instituições tradicionais de ensino também começaram a ofertar cursos a distância, como uma alternativa de estudos a seus alunos.

No Brasil, até a década de 1990, a EaD era utilizada na oferta de cursos livres por correspondência, principalmente através do Instituto Monitor (criado em 1939) e do Instituto Universal Brasileiro (1941). A partir de 1994, com a expansão da utilização da Internet junto às instituições de ensino superior brasileiras, e a partir de 1996, com a publicação da Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional (Lei nº 9.394/96 vigente atualmente) foi que a EaD instalou-se permanentemente no âmbito educacional tradicional. A LDB oficializou a EaD como modalidade válida e equivalente para todos os âmbitos de ensino (Maia, 2003).

A utilização dos computadores e da Internet alavancou a área de EaD - Educação a Distância. A Educação a Distância Mediada por Computadores - EDMC - é uma das áreas de pesquisa mais promissoras da Informática na Educação.

As escolas e, principalmente as universidades, estão investindo em novas formas de ensino, através da utilização do computador, da Internet e dos cursos a distância. A disponibilização de cursos a distância possibilita que pessoas dispersas geograficamente possam estudar sem sair de casa. Utilizando-se um estilo de curso assíncrono, os estudantes, além de não precisarem sair de suas casas, também podem acompanhar as aulas nos horários mais convenientes.

Um curso a distância deve prover aos estudantes um material que inclua textos de referência sobre o assunto tratado, instruções de como proceder aos estudos e tarefas que reforcem o conteúdo apresentado. Os materiais podem ser enviados aos estudantes através do correio eletrônico ou podem estar em páginas WWW. Os alunos podem e devem interagir, depositando suas opiniões em um local onde todos os participantes tenham acesso, para que se estabeleça uma discussão sobre os assuntos abordados.

O ensino a distância<sup>2</sup>, segundo Llamas (apud Neto, 1999), “é uma estratégia educativa baseada na aplicação da tecnologia à aprendizagem, sem limitação do lugar, tempo, ocupação ou idade dos alunos. Implica novos papéis para os alunos e para os professores, novas atitudes e novos enfoques metodológicos”. Para Todorov (1999), o ensino a distância é uma inovação que gera condições para que todos possam ter acesso à educação. Além disso, para que se possa sobreviver frente à globalização e ao complexo mundo em que se vive, é preciso estar sempre aprendendo novas técnicas e procedimentos para viver com autonomia e liberdade.

O ensino a distância não precisa ser disponibilizado apenas através da utilização dos computadores e da Internet. Segundo Laaser (1999), o ensino a distância pode ser disseminado por meio de diversas tecnologias, tais como: material impresso, fitas cassete (áudio), fitas de vídeo, televisão, videotexto interativo, videoconferências, *softwares* em CD-ROM e seminários virtuais.

O ensino a distância, implica na separação do professor e dos estudantes, enquanto que "aprender" é visto como um processo que requer uma intensa interação entre os estudantes e professores. Como resolver esta questão para efetivar o ensino a distância? Para resolver este problema o papel do mediador é extremamente importante. O mediador precisa motivar os estudantes, despertar discussões, fornecer *feedback* ao aluno, ou seja, mesmo estando o professor separado de seus alunos, ele ainda é responsável pelo acompanhamento de todo o processo de ensino e aprendizagem. Esta afirmação derruba a visão de que, com um curso a distância, não se faz mais necessária a existência de um professor.

Para Todorov (1999), “ao contrário do que muitos dizem, a educação a distância não cria a separação entre aluno e professor. Ela busca reduzir ou eliminar as distâncias que a vida criou, mas não se intimida com elas, nem lhes é submissa. A separação

---

<sup>2</sup> Neste trabalho as expressões "ensino a distância" e "educação a distância" estão sendo utilizadas como sinônimos.

primeira, na educação a distância, está no tempo diferente em que são produzidos os processos básicos da construção educativa: o processo de ensino é algo que envolve muitos saberes e técnicas, dá-se antes de iniciar-se o curso, busca reduzir as dificuldades do aluno, procura planejar os contatos e a tutoria, prepara os melhores materiais e apóia-se nos melhores e mais adaptados meios de comunicação. Já o processo de aprendizagem, vê-se facilitado por essa coordenação coletiva prévia, é obra central do aluno, mas jamais deixará de receber de um bom sistema de educação a distância, a tutoria, o apoio e a atenção necessários para que o aluno vença as barreiras e conquiste o sucesso de sua jornada”.

A interatividade é um princípio fundamental de um curso a distância (Neto, 1999). Deve existir interação entre o professor e os alunos, entre os alunos e entre os alunos e o ambiente de aprendizagem. Os estudantes precisam ser motivados, encorajados e devem receber *feedback* sobre suas opiniões e dúvidas e, até mesmo, quando o professor nota que um ou outro aluno não está participando como deveria. Quando o professor projeta o curso deve procurar estabelecer perguntas sobre o material proposto para que os alunos apliquem o conhecimento em um contexto familiar. Os alunos não podem apenas receber informações sem registrar suas opiniões. As opiniões dos alunos estimulam a atividade de escrever. O ato de escrever sobre os assuntos discutidos em um curso aumenta a compreensão e o conhecimento dos alunos.

Segundo Schlosser & Anderson (apud Tarouco, 1998), os professores, para assumir o papel de educadores a distância, precisam adquirir novas habilidades, dentre as quais destacam-se:

- entender a natureza e a filosofia da educação a distância;
- identificar e desenvolver cursos interativos;
- adaptar as estratégias de ensino para transmitir instruções a distância;
- treinar e praticar o uso de sistemas de telecomunicações (familiarizar-se com a Internet, videoconferência, bate-papo, entre outros);
- avaliar as realizações, atitudes e percepções dos alunos a distância.

Segundo Jaffee (1998), os cursos assíncronos a distância não serão os substitutos das salas de aula convencionais; é melhor pensar neles como um modo alternativo para ampliar o acesso ao ensino, pelo fato de que muitos estudantes não possuem condições de deslocamento até uma escola ou universidade.

Como limitações destes tipos de cursos pode-se citar a dependência tecnológica (ocorrendo algum problema de comunicação com a rede, por exemplo, o curso pode ser comprometido) e a desigualdade entre os alunos, que podem possuir diferentes níveis de habilidade e confiança para que possam efetivar a aprendizagem a distância.

Para Jaffee (1998), os estudantes precisam estar cientes do funcionamento de um curso a distância quando da matrícula no mesmo, para que possam ser informados sobre as exigências técnicas e acadêmicas para que ocorra uma aprendizagem adequada.

Keegan (apud Nunes 1999) coloca, entre outras, as seguintes características do ensino a distância:

- separação física entre o professor e o aluno;
- influência da organização educacional (planejamento, sistematização, plano, projeto, organização dirigida);
- utilização de meios técnicos de comunicação para unir professores e alunos para transmitir os conteúdos educativos;

- previsão de uma comunicação efetiva, em que o estudante se beneficia de um diálogo;
- possibilidade de encontros ocasionais com propósitos didáticos e de socialização.

Uma das formas de viabilizar o ensino a distância é a utilização de CBT's ou WBT's. Um CBT – *Computer Based Training* é o treinamento via computadores. Através de um CBT é possível disponibilizar cursos, normalmente via CD-ROM, que incluem recursos de multimídia. O WBT – *Web Based Training* é uma forma de disseminar um CBT para um grande número de alunos (usuários), através da utilização da Internet. Segundo Tarouco (1998), a "World Wide Web é o veículo ideal para disseminar CBT a indivíduos em qualquer lugar do mundo à qualquer instante".

O ensino a distância, através da utilização da Internet, de um WBT e de ambientes virtuais de aprendizagem, segundo Tarouco (1999), possui como vantagens:

- distribuição do conhecimento em larga escala;
- redução dos custos de distribuição, pois pela Internet não há custos de impressão e transporte;
- correções e atualizações simplificadas, pois são realizadas em um único *site*, sendo imediatamente disponibilizadas a todos os usuários da Internet;
- utilização de diversas técnicas de ensino tais como: textos, imagens, comunicação entre professores, entre professores e alunos e entre alunos;
- estimular o trabalho colaborativo;
- facilidade para que o aluno receba e forneça o seu *feedback*.

A Figura 2.2 (adaptada de Blois, 2001 apud Maia, 2003, p. 115), demonstra as vantagens da utilização de ambientes virtuais de aprendizagem para o estabelecimento das *comunidades de aprendizagem*.

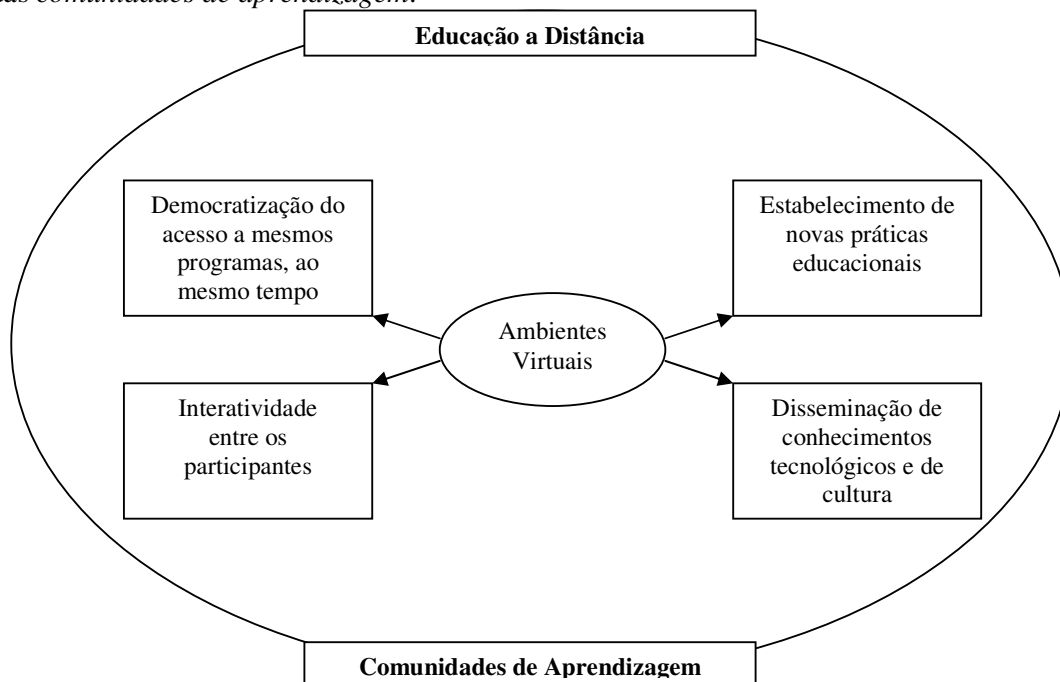


Figura 2.2: Ambientes Virtuais e Comunidades de Aprendizagem

Utilizando-se o computador como ferramenta para disponibilizar o ensino a distância tem-se a *Educação a Distância Mediada por Computador* (EDMC). Segundo Prates & Loyolla (1998), são consideradas ferramentas essenciais de EDMC:

- textos didáticos disponibilizados em *home pages* na Internet (sem animação);
- aulas expositivas disponibilizadas em *home pages* na Internet (com animação);
- orientação de pesquisas através do correio eletrônico (*e-mail*) e diálogo remoto (*chat*);
- avaliação de trabalhos e seminários através de correio eletrônico e diálogo remoto.

Além destas ferramentas, Prates & Loyolla (1998) colocam outras, consideradas como complementares:

- textos didáticos gravados em CD-ROM;
- aulas expositivas disponibilizadas em CD-ROM (com animação) e/ou sistemas de teleconferência;
- orientação de pesquisas e dissertações através de sistemas de vídeo ponto-a-ponto e diálogo remoto;
- avaliação de trabalhos e seminários através de sistemas de teleconferência e/ou sistemas de vídeo ponto-a-ponto.

O ensino a distância (também chamado de educação a distância ou teleducação) é, atualmente, uma das áreas que concentra o maior número de pesquisas em Informática na Educação. Isto deve-se, em grande parte, à grande massa de usuários da Internet.

Através de ferramentas de desenvolvimento de páginas WWW os professores podem disponibilizar seus cursos e conteúdos de aula através da rede, facilitando o acesso por parte dos alunos e o trabalho a distância, de maneira síncrona ou assíncrona. Estes cursos podem estar voltados para a “educação formal”, ou seja, voltados para aulas de cursos profissionalizantes e universitários ou, ainda, voltados para a educação continuada (os chamados cursos livres ou abertos).

Com a elaboração de cursos a distância o professor precisa modificar o seu papel. Ao invés de ficar expondo conteúdos em sala de aula, cabe a ele, agora, conduzir os alunos ao processo de aprendizagem, instigando-os à pesquisa e ao desenvolvimento das atividades propostas em seus cursos. A mola principal para o bom andamento destes cursos é a motivação do aluno. O aluno deve ser estimulado a seguir as orientações propostas no curso apresentado.

Para a elaboração destes cursos o professor precisa dominar as ferramentas disponíveis para construção de ambientes na Internet: editores, editores gráficos, ferramentas para videoconferência, correio eletrônico, entre outras, ou trabalhar juntamente com uma equipe que disponha de técnicos na área de informática.

O sucesso do ensino a distância está baseado na interatividade (formulação de perguntas, atividades propostas), na utilização de recursos de multimídia (sons, animações, imagens e vídeos demonstrativos), além da interação professor-aluno através da videoconferência, *chat* ou correio eletrônico. Segundo Kenski (2003, p. 55), “(...) o ambiente virtual de aprendizagem se constrói com base no estímulo à realização de atividades colaborativas, em que o aluno não se sinte só, isolado, dialogando apenas com a máquina ou com o instrutor, também virtual. Ao contrário, construindo novas



formas de comunicação, o espaço da escola virtual se apresenta pela estruturação de comunidades *on-line* em que alunos e professores dialogam permanentemente, mediados pelos conhecimentos”.

Peters (2003) coloca que a criação de universidades de ensino a distância estão modificando, lentamente, a educação superior de um modo geral, principalmente no que diz respeito a: 1) propiciar a educação superior a estudantes adultos que trabalham; 2) permitir o desenvolvimento e a expansão da educação continuada, sem que haja necessidade de interrupção das atividades profissionais; 3) admissão de um número maior de estudantes nas universidades e 4) melhorar o custo-benefício da educação superior.

Ainda, segundo Peters (2003), com o tempo todas as instituições de ensino superior complementarão seus métodos de ensino e aprendizagem incluindo técnicas de educação a distância. No Brasil isto já é uma realidade, pois inúmeras instituições estão obtendo o credenciamento, junto ao MEC, para atuarem na modalidade a distância, além das que utilizam recursos de EaD para apoiarem as aulas presenciais e/ou ofertarem disciplinas na modalidade semi-presencial. Muitos alunos “tradicionais” das universidades estão aderindo à matrícula em disciplinas na modalidade a distância, mesmo não estando dispersos geograficamente, como seria o mais comum nestas disciplinas. Para Palloff & Pratt (2004), estes “alunos virtuais” são, ou podem vir a ser, pessoas que pensam criticamente, pois sabem que o professor atua como um facilitador do processo de aprendizagem, sendo eles mesmos responsáveis pelo processo.

Esta expansão da educação a distância abre um campo bastante amplo para o estabelecimento de pesquisas que visem a construção de ambientes virtuais de aprendizagem, incluindo, também, ambientes que utilizam técnicas de Inteligência Artificial, que é o foco de estudo do trabalho aqui apresentado.

## **2.2 Inteligência Artificial & Inteligência Artificial na Educação**

Nesta seção são apresentados conceitos sobre Inteligência Artificial, Inteligência Artificial Distribuída e Inteligência Artificial na Educação, que são áreas de pesquisa importantes para o trabalho aqui apresentado.

### **2.2.1 Inteligência Artificial**

Existem inúmeras definições para Inteligência Artificial. Destacam-se, entre elas:

“...inteligência artificial é um tipo de inteligência produzida pelo homem para dotar as máquinas de algum tipo de habilidade que simula a inteligência do homem” (Lima & Labidi, 1999).

“Uma máquina é inteligente se ela é capaz de solucionar uma classe de problemas que requerem inteligência para serem solucionados por seres humanos” (McCarthy; Hayes apud Lima & Labidi, 1999).

“Inteligência artificial é o estudo das faculdades mentais através do uso de modelos computacionais” (Charniak; McDermott apud Lima & Labidi, 1999).

“Inteligência artificial é o estudo de como fazer os computadores realizarem coisas que, no momento, as pessoas fazem melhor” (Rich; Knight apud Lima & Labidi, 1999).

“A Inteligência Artificial pode ser definida como um conjunto de técnicas e metodologias de programação usadas para tentar resolver os problemas de forma mais eficiente que soluções algorítmicas, e fazendo isso o mais próximo possível de um ser humano” (Alves & Pasquareli, 1997).

A Inteligência Artificial fundamenta-se na idéia de que é possível modelar o funcionamento da mente humana através do computador. Segundo Damásio (1996), o corpo proporciona uma referência fundamental para a mente. Segundo este autor, os aspectos neurais e químicos da resposta do cérebro provocam uma alteração profunda no funcionamento dos tecidos e sistemas, tais como: disponibilidade de energia, taxa metabólica, resposta do sistema imunizador e contração da musculatura. Os sinais de todas essas alterações são retransmitidos ao cérebro (cérebro e corpo atualizam constantemente as informações).

Neste sentido, não se pode pensar em uma atividade mental plena fora do corpo, visto que o meio ambiente influencia o cérebro através das percepções humanas. Quando um ser humano vê, ouve, toca, saboreia, cheira... o corpo e o cérebro interagem juntos com o meio ambiente. Segundo Damásio (1996), perceber é atuar sobre o meio como também dele receber sinais. A mente surge da atividade nos circuitos neurais, que representam o organismo continuamente, à medida que é perturbado pelos estímulos do meio ambiente físico e sócio-cultural, e à medida que atua sobre esse meio. Este é um dos pontos críticos da Inteligência Artificial, a questão filosófica que envolve corpo, alma e mente.

Segundo Lévy (1998), os fundadores da Inteligência Artificial (Herbert Simon, John McCarthy e Marvin Minsky) acreditavam firmemente que a inteligência é um mecanismo. O cérebro, nesta visão, é uma máquina e os neurônios são processadores de informação. Segundo esta visão, de que o cérebro é uma máquina, seria perfeitamente possível modelá-lo dentro do computador. Mas o mundo em que vivemos, o “mundo real”, é muito maior e mais complexo do que o micromundo digital do computador, construído por nós mesmos.

A Inteligência Artificial levanta questões do tipo: *Como ocorre o pensar? Como o homem extrai conhecimentos do mundo? Como a memória, os sentidos e a linguagem ajudam no desenvolvimento da inteligência? Como surgem as idéias? Como a mente processa informações e tira conclusões decidindo por uma coisa ao invés de outra?* (Lima & Labidi, 1999). Essas questões são fundamentais para que se possa simular o raciocínio humano e para que a simulação do funcionamento da mente possa ser implementada através do computador.

Um dos principais pontos de discussão que se pode colocar é a capacidade de criar coisas novas. Alguma técnica de Inteligência Artificial, existente atualmente, possibilita ao computador criar? Através da seguinte citação de Lévy (1998, p. 110), verifica-se que isso ainda é considerado impossível: “A inteligência artificial depara-se na simulação do raciocínio científico com o mesmo tipo de problemas teóricos do que em suas outras aplicações. Para programas serem autônomos, deveriam ter a capacidade para aprender e aplicar uma hierarquia indefinida de conhecimentos sobre o conhecimento (metaconhecimento), capacidade essa à qual ainda não chegou nenhum programa. Por outro lado, as simulações automatizadas de raciocínios científicos

funcionam no marco de uma problemática fixa. Não se conhece nenhuma que saiba formular novas perguntas, embora isso pareça ser a principal vocação do pesquisador”.

Marvin Minsky e Seymour Papert lançaram as bases para o surgimento do paradigma simbólico na Inteligência Artificial. Este paradigma aborda a simulação da inteligência não através da construção de *hardware* específico, mas no desenvolvimento de programas computacionais que operam sobre dados ou representações (Teixeira, 1998).

Este paradigma envolve a mudança de definição do que é inteligência. Ao invés de definir a inteligência como a capacidade para solucionar problemas, a inteligência é resultante da representação mental, que não é nada mais do que uma atividade simbólica. Segundo Teixeira (1998, p. 44), “O que nos distingue dos outros animais menos inteligentes é nossa *capacidade de produzir e manipular símbolos*”. Ainda assim, a noção de que a inteligência é a capacidade para resolver problemas continua existindo. Para resolver um problema precisa-se um caminho (um algoritmo) que permita a manipulação adequada de símbolos (atividade simbólica). Dentro deste paradigma a mente é vista como um processador de informação; esta informação pode ser representada na forma de símbolos; estes símbolos combinam-se entre si por meio de regras.

Além do paradigma simbólico que enfatiza os processos cognitivos, a IA também pode ser abordada do ponto de vista conexionista. Na abordagem conexionista a ênfase é o modelo de funcionamento do cérebro, dos neurônios e das conexões neurais (Lima & Labidi, 1999).

A pesquisa em Inteligência Artificial envolve uma série de sub-áreas, entre elas os *Sistemas Especialistas*, *Robótica*, *Redes Neurais Artificiais*, *Vida Artificial*, *Sistemas Multiagentes* e *Algoritmos Genéticos*, entre outros. Barone (2003) apresenta com mais detalhes cada uma destas sub-áreas, discutindo suas aplicações no desenvolvimento de sociedades artificiais.

### 2.2.2 Inteligência Artificial Distribuída

A Inteligência Artificial Distribuída (IAD) é uma sub-área da Inteligência Artificial. Esta área surgiu devido a necessidade de resolver certos tipos de problemas em que a solução é inerentemente distribuída, geograficamente ou funcionalmente (Bond; Gasser, 1988) (Gasser, 1998). A IAD acrescenta à IA tradicional (que utiliza como metáfora o comportamento humano individual), a metáfora do comportamento social, abordando os sistemas computacionais como sociedades de agentes inteligentes. A IAD estuda o conhecimento e as técnicas de raciocínio que podem ser úteis para que um grupo de agentes computacionais integre uma sociedade de agentes.

A IAD preocupa-se com questões que envolvem distribuição e paralelismo, enfatizando o comportamento inteligente produzido pela atividade de entidades inteligentes distribuídas.

Segundo Bond & Gasser (Bond; Gasser, 1988 apud Nunes 1998), a IAD está centrada na resolução de cinco tipos de problemas, sendo eles:

1. como descrever, decompor e alocar tarefas para um conjunto de agentes;
2. como promover a interação e comunicação entre agentes (linguagens de comunicação, protocolos, o quê e quando comunicar);
3. como coordenar, controlar e assegurar o comportamento coerente (assegurar um comportamento global coerente em um conjunto de agentes);

4. como administrar conflitos e incertezas (resolver conflitos e coordenar as ações dos agentes);
5. como definir que linguagens e ambientes de programação devem ser utilizados para a implementação dos agentes.

A IAD é subdividida em: solução distribuída de problemas e sistemas multiagentes. Os Solucionadores de Problemas Distribuídos (SPD) abordam a divisão do trabalho em módulos inteligentes que cooperam entre si e compartilham conhecimento com os outros módulos, objetivando solucionar o problema inicial (Bond; Gasser, 1988) (Fernández, 1997) (Gasser, 1998).

Os Sistemas Multiagentes (SMA) coordenam o comportamento inteligente entre uma coleção de agentes inteligentes e autônomos, envolvendo aspectos como: seus conhecimentos, objetivos, habilidades e planos de forma conjunta para realizar ações ou solucionar problemas (Bond; Gasser, 1988) (Fernández, 1997) (Gasser, 1998). Os SMA serão abordados na seção 2.3 deste capítulo.

### **2.2.3 Inteligência Artificial Aplicada à Educação (IA-ED)**

Segundo Rosatelli (2000) a área de Inteligência Artificial na Educação trata de aplicações de técnicas de Inteligência Artificial a problemas educacionais. “Um sistema de IA-ED é um sistema computacional para o ensino que tem algum grau de tomada de decisão autônoma em relação às suas interações com os usuários (estudantes). Esse processo de decisão é necessariamente feito *on-line*, durante as interações do sistema com os usuários e, geralmente, o sistema precisa acessar vários tipos de conhecimento e processos de raciocínio para habilitar tais decisões a serem tomadas” (Rosatelli, 2000, p. 180).

A pesquisa em IA-ED envolve uma série de paradigmas, entre eles destacam-se a instrução assistida por computador, os Sistemas Tutores Inteligentes (STI), micromundos, ambientes de aprendizado inteligentes e ambientes colaborativos de aprendizagem (CSCW - *Computer Supported Collaborative Work* e CSCL - *Computer Supported Collaborative Learning*).

As aplicações mais comuns, atualmente, na área de IA-ED são os STI, os micromundos e os ambientes de aprendizagem interativos (Rosatelli, 2000). Os micromundos e os ambientes interativos de aprendizagem aplicam o método da investigação como auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, principalmente através da exploração do lúdico, através de jogos educativos e micromundos interativos.

Atualmente, inúmeras pesquisas envolvendo a IA-ED enfocam os ambientes inteligentes de aprendizagem ILE – *Intelligent Learning Environment* que, segundo Casas (1999), podem ser entendidos como o resultado da aproximação entre os STI e as idéias da IAD, onde a interação tutor-aluno passa a ser vista como um caso particular da interação entre agentes inteligentes. Esta visão de STI multiagente baseia-se na capacidade do tutor "aprender" e avaliar seus processos de ensino e aprendizagem, aumentando as capacidades de adaptação do STI de acordo com os alunos (Lelouche, 1998). Para Tambe & Rosenbloom (1995), em ambientes multiagentes, agentes inteligentes precisam interagir uns com os outros, colaborativamente ou não, para atingir seus objetivos. No caso dos STI, o tutor precisa interagir com os estudantes em tempo real, visando atingir os objetivos educacionais propostos.

## 2.3 Agentes & Sistemas Multiagentes

Os Sistemas Multiagentes (SMA) coordenam o comportamento inteligente entre uma coleção de agentes inteligentes e autônomos, envolvendo aspectos como: seus conhecimentos, objetivos, habilidades e planos de forma conjunta para realizar ações ou solucionar problemas (Bond; Gasser, 1988) (Fernández, 1997) (Gasser, 1998).

### 2.3.1 Definição de Agente

Um agente é uma entidade simples, capaz de executar apenas uma tarefa, tais como: 1) encontrar um copo com água; 2) mover a mão até o copo; 3) pegar o copo; e 4) trazer o copo até a boca. Para resolver problemas complexos faz-se necessária a interação de vários agentes, de forma organizada. Os agentes combinam suas habilidades para solucionar um determinado problema. Um agente é considerado autônomo, quando sua existência não depende da existência de nenhum outro agente.

“Agentes de software são programas de computador que aplicam técnicas de inteligência artificial para prover assistência ao usuário em tarefas computadorizadas” (Cardieri, 1998).

“Um agente é um software que sabe como fazer coisas que você provavelmente faria se tivesse tempo” (Cardieri, 1998).

Para Russel & Norvig (1996, apud Casas, 1999), "Considera-se um agente, tudo aquilo que pode perceber seu ambiente mediante sensores e que responde ou atua em tal ambiente por meio de efetores. Os agentes humanos possuem olhos, ouvidos e outros órgãos que lhes servem de sensores, assim como boca, mãos, pernas, e outras partes do corpo que lhes servem de efetores. No caso de agentes robóticos, os sensores são substituídos por câmaras e telêmetros infravermelhos, e os efetores, por motores. No caso de um agente de software, suas percepções e ações são as cadeias de bits codificadas".

A Figura 2.3 apresenta um modelo genérico de um agente, segundo Demazeau (Demazeau, 1991 apud Fernandes, 1997).

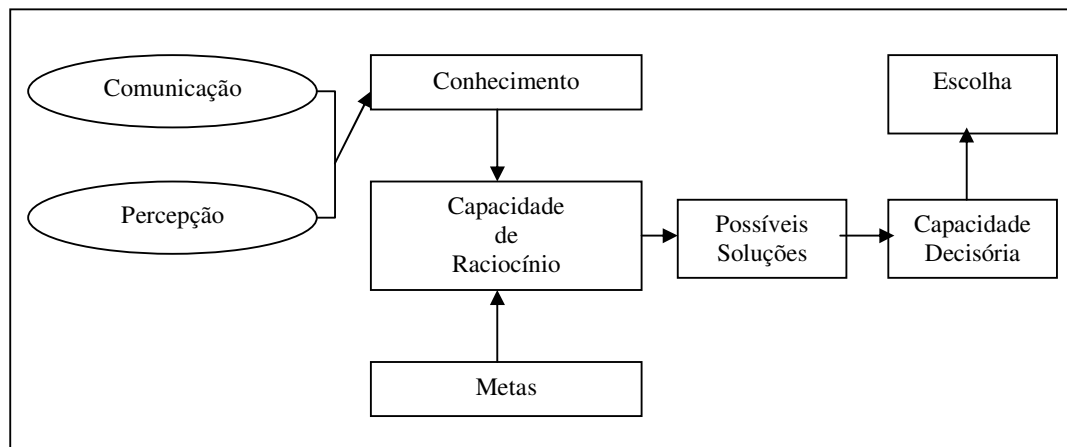


Figura 2.3: Modelo Genérico de um Agente

Segundo Tecuci (1998), um agente inteligente é um sistema baseado em conhecimento que percebe o ambiente (que pode ser um mundo físico, um usuário utilizando uma interface gráfica, uma coleção de outros agentes, a Internet ou outro ambiente complexo), raciocina para interpretar as percepções, estabelece inferências, resolve problemas e determina ações; e atua sobre o ambiente para realizar um conjunto de objetivos ou tarefas para as quais foi designado. O comportamento do agente é baseado na correspondência entre o domínio externo da aplicação do agente e o modelo interno deste domínio, consistindo em uma base de conhecimento e em uma máquina de inferência. A base de conhecimento contém as estruturas de dados que representam as entidades dos agentes como objetos, relações entre os objetos, classes dos objetos, leis e ações. A máquina de inferência consiste em programas para manipular as estruturas de dados da base de conhecimento, para resolver os problemas para os quais o agente foi designado. A Figura 2.4 demonstra graficamente esta arquitetura (Tecuci, 1998).

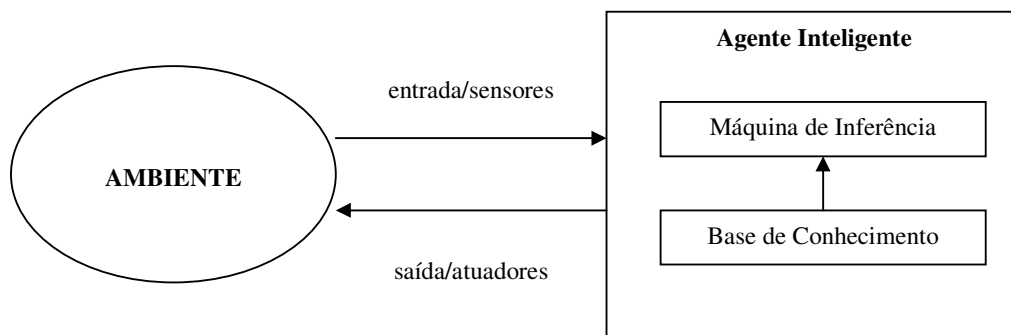


Figura 2.4: Arquitetura de um Agente Inteligente

### 2.3.2 Diferenças entre um agente e um programa

Segundo Kautz (1997), os agentes de *software* (também chamados de *bots - software robot*) possuem diversas características que os distinguem dos programas comuns, formando um classe especial de programas. São elas:

- comunicação entre/com outros agentes e com o usuário;
- continuidade temporal: são vistos como processos que rodam continuamente;
- responsabilidade: preservam informações importantes e confidenciais;
- robustez: devem ser projetados para adaptar-se a alterações inesperadas no ambiente (possuem mecanismos de recuperação de erros do sistema e erros cometidos pelos usuários);
- multiplataforma: devem rodar em diferentes sistemas e plataformas;
- autonomia: devem possuir algum grau de autonomia na tomada de decisões e habilidade para optar entre diferentes estratégias na execução de suas tarefas.

Para Wooldridge & Jennings (1994), os principais problemas para a construção de agentes inteligentes são:

- como traduzir o mundo real de uma forma simbólica adequada; e
- como representar simbolicamente informações sobre entidades e processos reais complexos e transmitir este conhecimento aos agentes em tempo hábil, para que os resultados possam ser processados.

### 2.3.3 Sistemas Multiagentes

Os Sistemas Multiagentes preocupam-se com a atividade de um agente autônomo em um ambiente multiagente. Um agente autônomo é uma entidade inteligente, cuja existência não depende da existência de nenhum outro agente (Férrnandez, 1997) (Meer, 1998). Os agentes “inteligentes”, segundo Souza (1997), são entidades de *software* capazes de demonstrar um comportamento autônomo orientado a um objetivo, dentro de um ambiente computacional heterogêneo.

Segundo Souza (1997), os Sistemas Multiagentes (SMA) preocupam-se com a coordenação do comportamento inteligente entre uma coleção de agentes autônomos, envolvendo a coordenação dos seus próprios conhecimentos, objetivos e habilidades, além do planejamento, realização de ações ou solução de problemas. Os SMA opõem-se às abordagens da IA clássica, que tem como metáfora o comportamento humano individual, colocando como metáfora o comportamento social, com os sistemas computacionais sendo vistos como sociedades de agentes inteligentes e autônomos (Hübner, 1997).

Oliveira (Oliveira, 1996 apud Garcia, 1998) coloca que os sistemas multiagentes permitem a solução colaborativa de problemas globais por um grupo distribuído de entidades. “Sistemas multiagentes são baseados em uma coleção de agentes autônomos que, normalmente, cooperam em direção a um objetivo global. A cooperação pode continuar existindo, mas a ação do agente é definida também pelo seu estado intencional, isto é, o conjunto formado por suas crenças, intenções e desejos” (Garcia, 1998, p. 42). Segundo Gasser (1998), para que um agente possa coordenar suas ações, ele necessita representar e raciocinar sobre o conhecimento, ações e planos de outros agentes. Tan (1998) coloca que, quando uma tarefa é grande demais para um único agente, os agentes devem cooperar para realizar a tarefa. Este autor menciona o exemplo de uma colônia de formigas: elas comunicam-se entre si informando em que locais existe comida e encarregam-se de transportá-la coletivamente. Segundo Lux & Steiner (1998), a cooperação entre agentes se dá através de objetivos, planos, tarefas e intenções e através da comunicação com uma intenção específica.

Segundo Gasser (1998), uma das razões para se utilizar a abordagem de agentes é que em alguns domínios o conhecimento é inerentemente distribuído e um problema pode ser decomposto, na maioria das vezes, em pequenas partes, para facilitar a sua resolução. Além disso, esta abordagem pode facilitar o desenvolvimento e gerenciamento de sistemas, permitindo adaptabilidade, especialização, aumento da eficiência ou velocidade, autonomia e alocação otimizada de recursos. Gasser (1998) também coloca que as atividades humanas envolvem mais do que uma única pessoa, que podem ser simuladas/realizadas por uma coleção de agentes inteligentes. Segundo Castelfranchi (1990), os agentes baseados em modelos de organização social humana são denominados agentes sociais. Estes agentes possuem conhecimento de outros agentes e podem seguir uma hierarquia ou dividirem-se em grupos.

Cardieri (1998) distingue dois tipos de sistemas multiagentes, baseando-se no grau de cooperação existente entre os agentes:

- 1) *Sistemas Cooperativos Multiagentes (CMAS – Cooperative Multiagent Systems)*: compreende sistemas em que os agentes que interagem foram programados pelo mesmo projetista, visando o melhor aproveitamento do sistema. Estes sistemas não se preocupam com o desempenho de cada agente em particular;

- 2) *Sistemas Multiagentes com Interesses Próprios (SMAS – Self-Interested Multiagents System)*: sistemas em que os agentes foram programados por projetistas diferentes, visando não o benefício na cooperação, mas os benefícios oriundos de sua atuação individual.

Segundo Sycara (apud Placca & Garcia, 2000, p. 69], "um agente pode ser visto como um solucionador de problemas e, um ambiente multiagente, como uma rede interligada de solucionadores de problemas que interagem para resolver problemas que fogem do escopo das capacidades ou conhecimentos individuais de cada agente".

### 2.3.4 Arquiteturas de Agentes

Para a construção de um sistema multiagente faz-se necessária a definição de uma arquitetura de agentes. A arquitetura é a técnica utilizada na construção dos agentes, onde se especifica a decomposição do agente, seus módulos componentes e a comunicação entre estes módulos (Férrnandez, 1997) (Moissa, 1999). Segundo Müller (1998) uma arquitetura de agentes descreve os componentes funcionais dos agentes e como eles trabalham em conjunto.

As arquiteturas de agentes podem ser classificadas em *deliberativas*, *reativas* e *híbridas* (Férrnandez, 1997) (Moissa, 1999) (Pereira, 1999). Na arquitetura *deliberativa* os agentes são *cognitivos*. Estes agentes são baseados nas organizações sociais humanas e possuem uma representação explícita do ambiente e dos outros agentes, e podem planejar ações futuras por possuírem memória de suas ações. Na arquitetura *reativa*, os agentes são *reativos*, ou seja, apenas percebem o ambiente através de estímulo-resposta, não possuindo memória das suas ações e não se comunicando com outros agentes. Os agentes reativos são influenciados pela teoria comportamentalista (Müller, 1998). Em uma arquitetura *híbrida* os agentes possuem capacidades reativas e cognitivas, tendo um comportamento combinado (Férrnandez, 1997).

Segundo Férrnandez (1997), as arquiteturas de agentes descrevem a interconexão dos módulos de *software* e *hardware* que permitem que um agente demonstre a conduta estabelecida. Diferentemente de outras tecnologias, que possuem componentes fixos (tais como objetos – atributos e métodos e sistemas especialistas – mecanismo de inferência e base de conhecimento), os sistemas multiagentes possuem uma variedade de arquiteturas.

### 2.3.5 Aplicações dos Agentes

Atualmente, diversas pesquisas vem sendo desenvolvidas na área de agentes, gerando um grande número de aplicações. Entre as aplicações que envolvem a tecnologia de agentes, citam-se (Kautz, 199?):

- agentes que manipulam *e-mails*;
- agentes que filtram e pesquisam através da Internet, informações interessantes ao usuário;
- agentes que localizam informações em múltiplos bancos de dados;
- agentes que agendam reuniões.

Um agente de *e-mail*, por exemplo, pode identificar que o usuário sempre armazena as mensagens recebidas de uma lista em uma determinada pasta. Por exemplo, todas as mensagens recebidas da lista *IA* são armazenadas na pasta



*Lista\_de\_Mensagens*. O agente pode oferecer ao usuário a automatização desta tarefa, além de poder ler, imprimir, responder, encaminhar e definir prioridades para as mensagens recebidas (Lashkari; Metral; Maes, 1994).

Além destas aplicações mais simples, existem trabalhos de pesquisa envolvendo aplicações bem mais complexas, tais como:

- gerenciamento de redes (por exemplo: gerenciar configurações de rede dinamicamente);
- acesso móvel à Internet;
- trabalho colaborativo (compartilhamento de recursos e informações via rede);
- comércio eletrônico (agentes que “vão às compras” para o usuário);
- interface com o usuário (agentes que monitoram as ações do usuário, visando auxiliá-los em seu trabalho).

Segundo Muller (1998), as aplicações que possuem as seguintes características podem se beneficiar dos agentes:

- são extremamente dinâmicas, com necessidade de se adaptar constantemente;
- precisam ser tolerantes a falhas (permitir re-escalonamento, replanejamento e re-alocação de recursos);
- precisam equilibrar a orientação a objetivos (a longo prazo) e comportamento reativo (a curto prazo);
- possuem um tempo crítico de resposta;
- precisam ser geograficamente ou logicamente distribuídas;
- precisam ser robustas e permitir manutenção facilitada;
- precisam alocar recursos de forma descentralizada para tratar problemas com informações incompletas;
- devem permitir interação flexível com os usuários.

Os agentes também podem ser utilizados em ambientes educacionais, como integrantes do processo de ensino e aprendizagem. Entre as aplicações de agentes na área educacional, citam-se:

- *agentes de interface*: disponibilizam uma interface que se adapta de acordo com o comportamento do usuário. Podem ser criados cursos ou aulas adaptativas, cuja seqüência ou conteúdo das lições pode ser alterado de acordo com o perfil do aluno. Segundo Lashkari, Metral & Maes (1994), estes agentes precisam adquirir um número suficiente de exemplos antes que possam fazer previsões adequadas para adaptar a interface de acordo com o usuário. Durante este período, o usuário utiliza a aplicação sem a assistência do agente;
- *agentes móveis*: podem ser utilizados na Educação a Distância. Os agentes podem ser utilizados para auxiliar na pesquisa e disponibilização de materiais da Internet;

- *agentes pedagógicos*: quando estão ligados a um ambiente em que existe uma sociedade de agentes que compõem um sistema de ensino e aprendizagem.

### 2.3.5.1 Agentes Pedagógicos

Os agentes são denominados pedagógicos quando estão ligados a um ambiente onde existe uma sociedade de agentes que compõem um sistema de ensino e aprendizagem. Segundo Giraffa (1998 apud Pereira, 1999), podem ser classificados em:

- tutores: destinados ao ensino dirigido ao aluno;
- assistentes: colaboram com a aprendizagem do aluno;
- agentes na *web*: destinados a aplicações de ensino na *Internet*;
- agentes mistos: que ensinam e aprendem.

Os agentes pedagógicos podem ser classificados em *goal driven* (tutor, mentor e assistentes) e *utility driven* (agentes MOO – ambientes virtuais onde pessoas se encontram e se comunicam – e agentes para *Web*).

Os agentes *goal driven* realizam suas ações visando atingir metas pré-estabelecidas, atuando como tutores, estudantes, aprendizes e companheiros virtuais, auxiliando os estudantes no processo de ensino e aprendizagem.

Os agentes *utility driven* são tutores que enfocam o ensino de habilidades específicas através de abordagens diretas, seguindo estratégias previamente estabelecidas. Os agentes *web* possuem mobilidade e operam em diferentes contextos (textual, hipermídia, realidade virtual). Neste paradigma, a interação é baseada em processos cooperativos ou competitivos, através da comunicação e execução de atividades por agentes humanos e artificiais (Nunes, 1998) (Casas, 1999).

Os agentes pedagógicos possuem um conjunto de objetivos e planos de ensino e associam recursos existentes no ambiente de aprendizagem. Estes agentes surgiram para suprir uma necessidade dos ambientes educacionais, fornecendo um paradigma de programação que estabelece uma melhor interação e dinamismo para os Sistemas Tutoriais Inteligentes (Nunes, 1998).

Segundo Casas (1999), os agentes pedagógicos são projetados para suportar a aprendizagem humana, interagindo com os estudantes, visando facilitar a aprendizagem. Os agentes pedagógicos possuem um conjunto de regras que determinam os objetivos de ensino e os planos para atingí-los. Os planos são determinados pelo uso de estratégias de ensino.

As estratégias de ensino baseiam-se em teorias de ensino e aprendizagem. Constituem as informações de como ensinar e devem gerar uma seqüência de táticas de modo a efetivar a apresentação de conteúdos, questões relevantes, exercícios importantes e conduzir o ensino.

As principais características dos agentes pedagógicos são (Viccari, 2000):

- autonomia (executam um conjunto de objetivos);
- são sociáveis (convivem com outros agentes);
- são pró-ativos (resolvem tarefas);
- são persistentes (atuam continuamente)

Segundo Elliot, Rickel & Lester (1999), um agente pedagógico pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, desde que possua as seguintes características:

- deve se preocupar com os estudantes e com seu progresso;
- deve ser sensível às emoções do estudante;
- deve entusiasmar o estudante para aprender o conteúdo proposto;
- deve possuir uma personalidade rica e interessante para conduzir um aprendizado mais divertido. Um estudante que gosta de interagir com um agente pedagógico terá uma percepção mais positiva da experiência de aprendizagem proposta.

## 2.4 Algoritmos Genéticos

Os algoritmos genéticos são uma técnica de busca baseada na teoria da evolução de Darwin. Esta técnica baseia-se nos mecanismos de seleção de indivíduos utilizados na natureza, onde apenas os indivíduos mais aptos de uma população sobrevivem, adaptando-se mais facilmente às mudanças que se produzem no meio ambiente (Davis, 1991) (Goldberg, 1989) (Mitchel, 1996) (Ochi, 1999).

Foram inicialmente propostos pelo Prof. John Holland, em 1975, na Universidade de Michigan. A idéia de Holland foi tentar imitar algumas etapas do processo de evolução natural das espécies incorporando-as a um algoritmo computacional. O ponto de referência foi gerar, a partir de uma população de cromossomos, novos cromossomos, com propriedades genéticas superiores às de seus antecedentes, onde os cromossomos são as possíveis soluções de um problema. Os AG's têm se mostrado como uma técnica eficaz de resolução de problemas de otimização. Na sociedade humana, apenas os indivíduos mais aptos sobrevivem, principalmente pela escassez de recursos necessários. Sendo assim, os algoritmos genéticos modelam, ou imitam, um comportamento inteligente, que é a busca pela sobrevivência. O ser humano busca a continuidade da sua espécie e é o que a técnica dos algoritmos genéticos tenta fazer, utilizando-se de um algoritmo computacional, fazendo com que os indivíduos mais aptos da população gerem os novos indivíduos, descartando os indivíduos menos aptos. Computacionalmente, os indivíduos são representados através de cromossomos que contêm a representação das informações necessárias para solucionar um problema, ou seja, cada cromossomo de uma população de indivíduos representa uma possível solução para o problema proposto (Goldberg, 1989) (Barone, 2003).

Os algoritmos genéticos são muito eficientes na busca de soluções “ótimas”. Os AG's são utilizados em diversas áreas, tais como: mercado de ações (definir que ações devem ser compradas ou vendidas), indução e otimização de bases de regras, simulação de modelos biológicos, evolução interativa de imagens, composição musical e análise de trajetória, entre outros (Ochi, 1999). Cordenonsi, Thielö & Barone (1997) apresentam um AG utilizado para controlar a trajetória de um projétil que deve atingir um alvo móvel, cuja trajetória pré-estabelecida não é conhecida pelo projétil. Silva & Barone (1997) abordam a implementação de um AG que define a trajetória de um braço mecânico (robô) que deve “pegar” o objeto definido, utilizando a melhor trajetória.

Um dos problemas clássicos apresentados para solução através de um AG é o problema do caixeiro viajante. Neste problema, dado um conjunto de  $n$  cidades  $N = \{1, 2, 3, \dots, n\}$  e uma matriz de distâncias ligando cada par de cidades de  $N$ , o objetivo do algoritmo é partir de uma cidade origem, visitar uma única vez cada uma das  $n-1$

idades restantes e retornar à cidade origem minimizando a distância total percorrida (Ochi, 1999).

As principais características de um AG, segundo Davis (1991) e Mitchell (1996), são:

- manter uma população de soluções para um determinado problema;
- possuir um processo de seleção de indivíduos, baseado no grau de adaptação de cada um;
- possuir operadores genéticos para gerar novos indivíduos para a população.

O funcionamento básico de um AG é demonstrado no algoritmo abaixo:

*Gerar população inicial  $P(0)$*

*Avaliar  $P(0)$*

*$Veze=0$*

*Repetir*

*$Veze=Veze+1$*

*Gerar população  $P(Veze)$  utilizando  $P(Veze-1)$*

*Avaliar  $P(Veze)$*

*até encontrar uma solução*

A Figura 2.5 apresenta o esquema de funcionamento de um algoritmo genético:

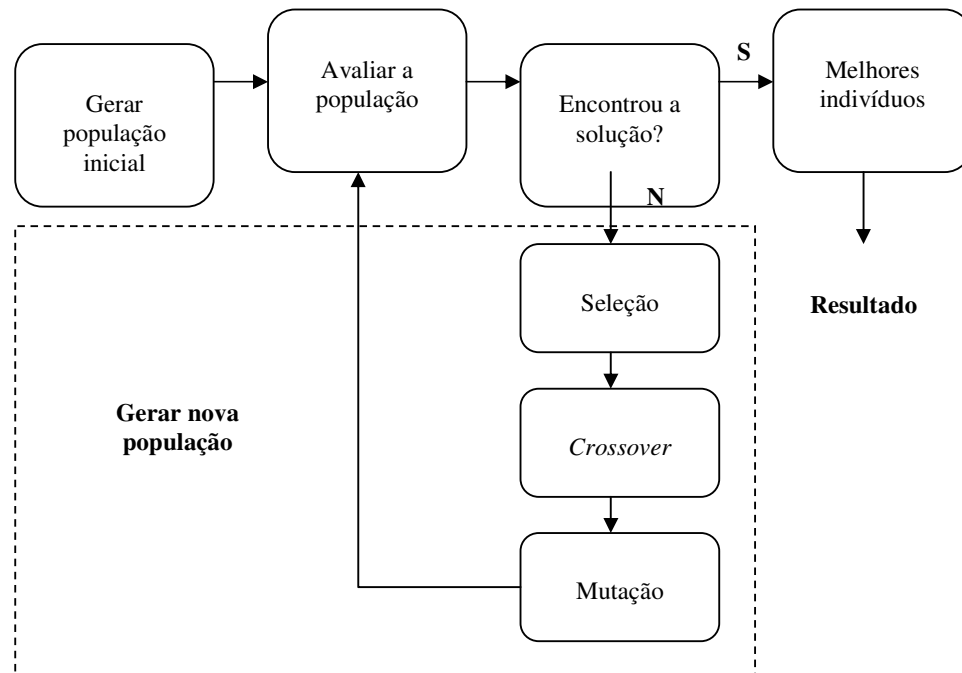


Figura 2.5: Funcionamento de um Algoritmo Genético

Estas características são implementadas em três módulos distintos, formando a estrutura básica de um AG:

- Módulo de avaliação: determina o grau de adaptação (*fitness*) de cada indivíduo ao problema em questão;

- Módulo de população: responsável pela escolha da população inicial;
- Módulo de reprodução: responsável pela aplicação dos operadores genéticos aos indivíduos.

Estes módulos são formados pelos seguintes componentes (Davis, 1991) (Mitchell, 1996) (Silveira; Barone, 1998) (Sipper, 1999):

- Indivíduos: cada solução parcial de um problema a otimizar é codificada em uma *string*. Cada *string* é um indivíduo (ou cromossomo). Comumente, são utilizadas *strings* de *bits* ou vetores (*arrays*). O cromossomo é um vetor de genes. Genótipo: presença (1) ou ausência (0) de determinada característica;
- Função de *fitness* ou função de avaliação: a função de *fitness* é utilizada para avaliar cada indivíduo da população, identificando o seu grau de adaptação ao problema em questão. A entrada para a função de avaliação é o fenótipo, que é uma possível solução para o problema. A avaliação do indivíduo é o momento no qual se “diz” ao AG qual é o problema a ser resolvido;
- Operadores Genéticos: funções que se aplicam às populações permitindo obter novas populações. O princípio básico dos operadores genéticos é transformar a população através de sucessivas gerações, estendendo a busca até chegar a um resultado ótimo. São necessários para que a população se diversifique e mantenha características de adaptação adquiridas pelas gerações anteriores.

Os operadores genéticos mais comuns são a *mutação* e o *crossover*. Na *mutação*, geram-se números aleatórios para cada *bit* (ou parte) do cromossomo. Se este número aleatório for menor do que a taxa de *mutação* estabelecida, este *bit* é passível de *mutação*. Para selecionar os cromossomos que irão sofrer o *crossover* a técnica mais utilizada é a *roleta* (Goldberg, 1989) (Mitchell, 1996). Nesta técnica, cada indivíduo da população é representado na roleta proporcionalmente ao seu índice de aptidão (*fitness*). Assim, aos indivíduos com alta aptidão é dada uma porção maior da roleta, enquanto aos de aptidão mais baixa é dada uma porção relativamente menor da roleta. A roleta é girada um determinado número de vezes e são escolhidos, para participarem da nova população, os indivíduos sorteados na roleta.

O *crossover* é o método de cruzamento entre pais (Goldberg, 1989) (Mitchell, 1996). Os pais são os cromossomos escolhidos para formar a nova população, ou seja, para que a população evolua com as características dos indivíduos mais aptos, selecionados pela função de *fitness*. Os tipos mais comuns de *crossover* são o de 1 (um) ponto e o *crossover* de 2 (dois) pontos. No *crossover* de 1 ponto define-se aleatoriamente um ponto de cruzamento dentro do cromossomo e troca-se o restante do cromossomo (a partir do ponto de cruzamento estabelecido) com o valor existente no cromossomo do segundo pai, como no exemplo a seguir.

Exemplo de *crossover* de 1 ponto:

Pai 1: 10111110	Filho 1: 1011001
Pai 2: 01101001	Filho 2: 0110110

No *crossover* de 2 pontos, são estabelecidos dois pontos de cruzamento entre os pais. A seguir demonstra-se o *crossover* de 2 pontos:

Pai 1: 10111110	Filho 1: 1010010
Pai 2: 01110010	Filho 2: 0111101

Grefenstette (1991) apresenta um sistema denominado *SAMUEL – Strategy Acquisition Method Using Empirical Learning*, em que uma estratégia de ação é determinada utilizando-se AG's para encontrar a melhor estratégia segundo um problema ou tarefa estabelecido. O sistema *SAMUEL* representa as estratégias na forma de regras e combina-as através de um algoritmo genético para encontrar novas estratégias (novas regras). Wilcox (1995) também utiliza um algoritmo genético para descobrir novas regras, em um sistema aplicado à Economia, visando reduzir os custos de uma transação comercial. O AG é utilizado para realizar o balanceamento entre comportamentos individuais e coletivos, como por exemplo, nas escolhas que um indivíduo faz ao comprar um novo carro ou quanto deve ser o valor de uma mercadoria produzida.

Castro & Blanco (1999) apresentam um gerador evolutivo de regras de classificação, armazenadas em árvores binárias. Os indivíduos que compõem a população do algoritmo genético (cromossomos) são regras lógicas, agrupadas pelos conectores lógicos *and* e *or*. As regras evoluem através da avaliação de cada regra, onde define-se o seu mérito (*fitness*), aplicam-se operadores genéticos (como a mutação) e gera-se uma nova população (evolução) através da seleção aleatória de subárvores da população e posterior combinação destas subárvores de dois cromossomos.

Komosinski & Lacerda (1998) propõem a construção de um ambiente baseado na modelagem de problemas por parte do aluno. A modelagem consiste na identificação das partes e conceitos inerentes ao problema em questão. Nesta abordagem, o algoritmo genético gera uma solução para o problema modelado. Cabe ao aluno avaliar a qualidade da solução apresentada. Se a solução gerada não é satisfatória então o estudante deve reanalisar a modelagem efetuada para o problema apresentado.

## 2.5 Formação de Grupos

A interatividade necessária para o bom andamento de um curso a distância pode ser estimulada através da criação de grupos colaborativos. Inúmeros pesquisadores da área de Educação afirmam que o trabalho em grupo é de extrema importância para o desenvolvimento da aprendizagem (Franco, 1995). “É fundamental uma interação com os colegas. A verdadeira construção do saber se dá coletivamente”. (Franco, 1995, p. 56-57). Piletti diz que “a cooperação, o trabalho de conjunto com vistas a objetivos do grupo parece ser o processo educativo por excelência, a ser estimulado na sala de aula. A cooperação não exclui os demais processos. Pelo contrário, parece ser a síntese, que inclui e ultrapassa os outros processos de interação” (Piletti, 1991, p. 211).

Segundo Piaget (apud Minicucci, 1997), a formação intelectual é privilegiada quando existe a livre cooperação entre os participantes de um grupo. Mediante as experiências de grupo, os participantes aprendem que podem ser adotados diferentes pontos de vista e que, os mesmos estão correlacionados e são complementares. Através da troca de idéias entre os integrantes de um grupo é possível estimular o raciocínio lógico de cada um. Barreiros (19??) coloca que a participação do ser humano em grupos é necessária à construção do homem e fundamental ao seu equilíbrio, sendo o grupo vital à sociedade. Utilizando-se de um ambiente virtual de EaD, os alunos, na maioria

das vezes, não se conhecem pessoalmente e/ou não se encontram de forma presencial mas, a cooperação continua sendo importante para o estabelecimento das relações sociais. Os recursos tecnológicos tendem a aproximar as pessoas e não separá-las, ao contrário do que se pode pensar.

Os grupos possuem inúmeras vantagens, dentre as quais destacam-se (Castilho, 1999):

- 1) possibilitam a maximização dos talentos dos seus integrantes;
- 2) favorecem um maior número de diferentes visões nos momentos decisórios;
- 3) ajudam seus membros a adquirirem novas habilidades, sejam elas operacionais ou interativas;
- 4) ajudam algumas pessoas a se destacarem, o que, muitas vezes, não seria possível individualmente.

Ainda, segundo Salvador (1994), pesquisas realizadas demonstram que as relações entre os alunos incidem de forma decisiva sobre aspectos tais como o processo de socialização em geral, a aquisição de aptidões e habilidades, o controle dos impulsos agressivos, o grau de adaptação às normas estabelecidas, a superação do egocentrismo, a relativização progressiva do ponto de vista próprio, o nível de aspiração e inclusive o rendimento escolar.

Os resultados de pesquisas realizadas nos EUA (totalizando 122 investigações, segundo Johnson (Johnson et al 1981 apud Salvador, 1994 & Coll; Palacios; Marchesi, 1996), permitiram chegar às seguintes conclusões:

- a) as situações cooperativas são superiores às competitivas no que concerne ao rendimento e à produtividade dos participantes;
- b) a cooperação intragrupo com competição intergrupos é superior à competição interpessoal quanto ao rendimento e à produtividade dos participantes;
- c) as situações cooperativas são superiores às individualistas quanto ao rendimento e à produtividade;
- d) a cooperação sem competição intergrupos é superior à cooperação com competição intergrupos quanto ao rendimento e à produtividade.

A formação de grupos colaborativos em ambientes virtuais de EaD é dificultada, principalmente por dois aspectos: 1) os integrantes do ambiente em questão, na maioria das vezes, não se conhecem pessoalmente e 2) os integrantes encontram-se em locais geograficamente dispersos. Estes aspectos fazem com que a formação dos grupos colaborativos em ambientes de EaD seja realizada, geralmente, de forma aleatória, não sendo considerado nenhum critério específico.

Além disso, quando indivíduos reúnem-se em grupos, assumem diversos papéis. Segundo Mucchielli (apud Minicucci, 1997), os papéis são utilizados para representar atitudes pré-concebidas. Este autor coloca que, mesmo em comportamentos espontâneos dentro do grupo, os integrantes nunca escapam a esses papéis. Sendo assim, não é o indivíduo quem decide seu papel. O papel pode ser definido através das seguintes alternativas:

- 1) do papel que cada indivíduo decidiu representar;
- 2) do papel que cada um crê representar;
- 3) do papel que os demais integrantes do grupo esperam do indivíduo;
- 4) do papel que lhe é atribuído;

- 5) do papel que efetivamente o indivíduo representou no decorrer das atividades do grupo.

Aprender a assumir os papéis necessários faz parte da abertura e afirmação da personalidade de cada um (Moreno apud Minicucci, 1997). Moscovici (1997) coloca que os indivíduos no grupo desempenham papéis relacionados às categorias de interação nos níveis socioemocional e de tarefas e que estes papéis são assumidos formal ou informalmente. O complexo processo de interação humana exige de cada participante um determinado desempenho, o qual variará em função da dinâmica de sua personalidade e da dinâmica grupal em uma determinada situação (Moscovici, 1997). Antunes (1970) coloca que, cabe ao professor sugerir as funções que cada membro do grupo deverá realizar. Barreiros (19??, p. 53) coloca que “Os papéis resultam da capacidade e motivações próprias do indivíduo mas, também têm a ver com a sua posição no conjunto interacional. Representam diferentes funções no grupo. De um modo geral, pode-se dizer que nos grupos naturais surgem papéis centrados na tarefa, na coesão e nas necessidades individuais. A interação entre os elementos do grupo enquadra-se em uma tripla orientação: para a tarefa (objetivos), para a interação (busca de simpatia) e para o ego (realização individual)”.

Moscovici (1997) ainda afirma que “A competência interpessoal dos membros do grupo é desenvolvida à medida que eles se conscientizam da variedade de papéis exigidos para o desempenho global do grupo e se sensibilizam para o que é mais apropriado às necessidades existenciais do grupo e de seus membros em um determinado momento da vida do grupo” (p. 143). Para Lane & Godo (1994), “A função do grupo é definir papéis e, conseqüentemente, a identidade social dos indivíduos; é garantir a sua produtividade social. O grupo coeso, estruturado, é um grupo ideal, acabado, como se os indivíduos estacionassem e os processos de interação pudessem se tornar circulares” (p. 79).

As afirmações apresentadas, referentes à formação de grupos e ao estabelecimento de papéis, nortearam os critérios para realizar a formação de grupos colaborativos proposta neste trabalho, com a definição dos papéis de cada integrante do grupo.

O próximo capítulo apresenta as principais características de ambientes de ensino e aprendizagem que utilizam a abordagem de agentes, traçando, ao final, um quadro comparativo entre os ambientes estudados e a arquitetura de agentes proposta neste trabalho.



### **3 TRABALHOS RELACIONADOS**

Neste capítulo apresentam-se as principais características de alguns ambientes de ensino e aprendizagem que utilizam a abordagem de agentes. Através do estudo destes ambientes elaborou-se um quadro comparativo com a arquitetura de agentes proposta neste trabalho. O estudo destes ambientes (iniciado no Exame de Qualificação (Silveira, 2002)) também serviu para levantar os principais aspectos que foram considerados na implementação da arquitetura de agentes apresentada neste trabalho.

#### **3.1 Ambientes de Ensino e Aprendizagem utilizando a Abordagem de Agentes**

Segundo Stone & Lester (1998), a utilização de agentes em ambientes de ensino e aprendizagem oferece um potencial significativo para modificar o processo de ensino e aprendizagem, principalmente pelo fato de que os estudantes recebem um *feedback* constante do ambiente utilizado, aumentando efetivamente a aprendizagem. Akhras & Self (1996) colocam que o ambiente necessita adaptar a instrução às características individuais do estudante, durante o processo de ensino e aprendizagem. Atualmente, a utilização de agentes adaptativos em ambientes de ensino e aprendizagem tem sido alvo de inúmeras pesquisas. A representação destes agentes deve possibilitar o armazenamento de informações tais como estratégias de ensino, soluções para um determinado problema, dados do aluno, entre outras informações. Estes dados poderão ser utilizados para acompanhar a aprendizagem do aluno, bem como para “modelar o aluno”. Quando o processo de ensino e aprendizagem é visto sob uma abordagem cooperativa ou centrada no aluno, um ambiente desenvolvido sob uma perspectiva de uma sociedade constituída por vários agentes autônomos (humanos e/ou artificiais) é mais adequada. Nesta sociedade, alguns agentes atuam como tutores e outros como alunos, com possibilidade de eventualmente trocarem de papéis.

### 3.2 Discussão sobre os Ambientes Identificados

Com base nos ambientes identificados e analisados no Exame de Qualificação (Silveira, 2002), estabeleceram-se as seguintes categorias:

1. Jogos educativos modelados com arquitetura multiagente;
2. Ambientes com arquitetura multiagente;
3. Ambientes que suportam atividades de construção;
4. Ambiente em Realidade Virtual;
5. Ambientes cooperativos/colaborativos;
6. Ambientes com agentes pedagógicos;
7. Ambientes com agentes que exploram a ludicidade (não possuem um fim educacional propriamente dito, mas podem ser utilizados como recurso para estimular algumas habilidades cognitivas);
8. Ambientes que são executados na *web* ou fornecem acesso à Internet;

Alguns ambientes possuem características que permitem a classificação em mais de uma das categorias apresentadas, como é o caso do MCOE. O MCOE constitui-se de um jogo cooperativo modelado com arquitetura multiagente, ou seja, possui características da categoria 1 e 5. Além do MCOE, outros ambientes podem ser classificados em mais de uma categoria, como mostra a Figura 3.1.

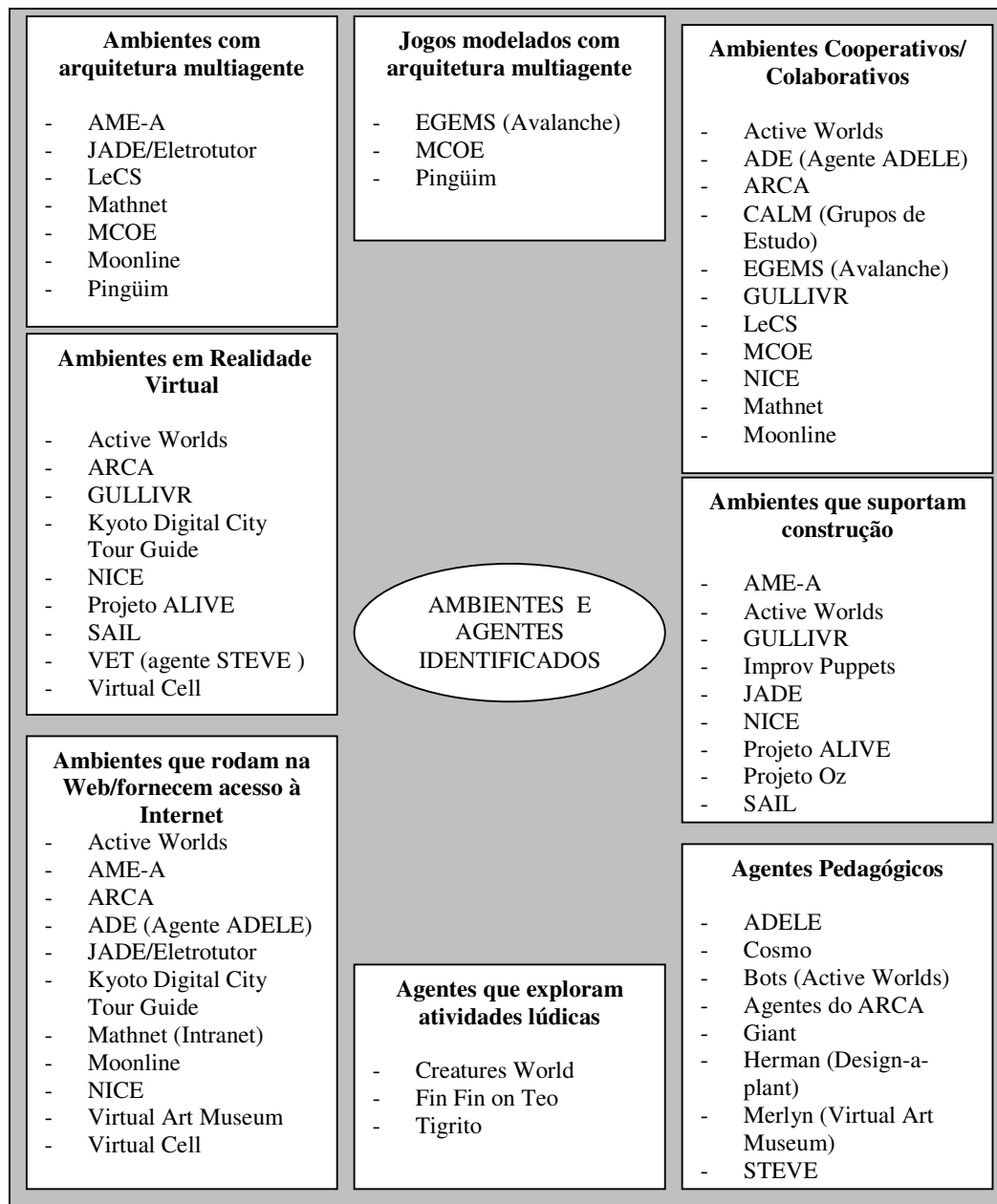


Figura 3.1: Classificação dos Ambientes Identificados

Com base nas categorias levantadas, elaborou-se um quadro (conforme Quadro 3.1) contendo as principais características dos ambientes e agentes analisados. Os ambientes/agentes foram enquadrados na categoria cujas características são mais destacadas. Na composição do quadro não foi considerada a categoria 8, pois a característica de execução na *web* e/ou acesso à Internet está muito ligada à colaboração, em ambientes que disponibilizam recursos colaborativos, tais como ferramentas de *chat*.

Ambiente	Principais Características
<b>Jogos com Arquitetura Multiagente</b>	
<b>MCOE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jogo implementado com arquitetura multiagente</li> <li>- possui agentes reativos e cognitivos</li> <li>- os agentes cognitivos são modelados com estados mentais segundo arquitetura BDI (Bernsmüller, 1999) (Giraffa, 1999) (Callegari, 2000)</li> </ul>
<b>EGEMS (Avalanche)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- agentes sociais inteligentes que atuam como mediadores em um jogo educativo computadorizado, com múltiplas atividades para estimular a aprendizagem colaborativa</li> <li>- os agentes incluem estados emocionais e estados para estimular a integração colaborativa dos participantes</li> <li>- o modelo do estudante considera as emoções (Conati; Klawe, 2000)</li> </ul>
<b>Pingüim</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jogo implementado com agentes reativos</li> <li>- o jogador dispõe de ferramentas para manter uma fábrica de sorvetes funcionando através do trabalho dos agentes (Kohlmann; Blotta; Silva, 1998)</li> </ul>
<b>Ambientes que suportam construção</b>	
<b>JADE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>framework</i> para projeto, desenvolvimento e implantação de ambientes inteligentes distribuídos de aprendizagem baseados em arquiteturas multiagentes</li> <li>- a metodologia de ensino utilizada baseia-se em estratégias pedagógicas constituídas por uma série de táticas</li> <li>- oferece uma ferramenta que possibilita a inserção de informações no banco de dados do ambiente</li> <li>- permite a criação de cursos (inclui uma ferramenta de autoria contendo um editor de páginas HTML, editor de textos e editor de figuras)</li> <li>- permite que os autores dos cursos desenvolvam táticas e estabeleçam critérios de avaliação</li> <li>- possui ferramentas para colaboração (sala de reuniões virtuais, fórum, busca) (Silveira, 2001a) (Silveira, 2001b) (Bica, 2000) (Moissa, 2001) (Reis, 2000)</li> </ul>
<b>Projeto Oz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- permite a criação de mundos dramáticos virtuais interativos, habitados por personagens dinâmicos e complexos</li> <li>- os autores podem criar e apresentar peças de teatro interativas</li> <li>- os agentes possuem comportamentos orientados a objetivos, baseados em estados emocionais, conhecimento social e habilidades de processamento de linguagem natural</li> <li>- os agentes demonstram uma série de emoções, expressões faciais e comportamentos de acordo com seu estado de espírito (Bates; Loyall; Reilly, 1998)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utiliza Redes Neurais para modelar o aluno</li> <li>- composto por uma sociedade de agentes onde cada agente é</li> </ul>

<b>AME-A</b>	<p>responsável por parte do processo de ensino ou parte do processo de aprendizagem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- permite que sejam inseridos e/ou modificados conteúdos, paradigmas de aprendizagem, áreas de conhecimento e objetivos</li> <li>- possui ferramentas para ensinar, aprender e promover a interação entre professores, alunos e administradores do sistema</li> <li>- modelo do estudante baseado em tipos de personalidades</li> <li>- possui mecanismos para avaliação do rendimento do aluno (D'Amico, 1999) (Pereira, 1999)</li> </ul>
<b>Improv Puppets</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- possui agentes inteligentes que utilizam a habilidade improvisacional inteligente para escolher os comportamentos que serão executados</li> <li>- os agentes possuem repertório de comportamentos físicos e verbais, que determinam os estados de espírito dos agentes</li> <li>- ambiente para construção de histórias (peças teatrais)</li> <li>- permite colaboração em tempo real para a construção das histórias (Moraes, 1999)</li> </ul>
<b>Active Worlds</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- permite a construção e visitação de mundos virtuais híbridos (recursos 3D e páginas HTML)</li> <li>- possui ferramentas para colaboração (<i>chat</i>)</li> <li>- disponibiliza acesso à WWW</li> <li>- vários participantes juntos na forma de avatares</li> <li>- permite a criação de agentes (denominados bots) através do SDK</li> <li>- os agentes podem tocar músicas, jogar com o usuário, responder perguntas (Active Worlds, 2001)</li> </ul>
<b>SAIL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>framework</i> para construção de ambientes 3-D</li> <li>- os participantes são visualizados na forma de avatares</li> <li>- possui um módulo que permite acompanhar as atividades de resolução de problemas do aluno (que pode atuar como um agente pedagógico)</li> <li>- os agentes são visualizados na forma de avatares (Bares; Zettlemyer; Lester, 1998)</li> </ul>
<b>NICE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- os participantes podem construir e cultivar ecossistemas virtuais (jardins) e criar estórias, através da rede e com participantes geograficamente dispersos</li> <li>- colaboração através do sistema CAVE e dispositivos de RV</li> <li>- os usuários também podem participar através da <i>Web</i> utilizando um <i>applet Java</i></li> <li>- os usuários <i>web</i> podem conversar através de uma janela de <i>chat</i></li> <li>- possui uma linguagem visual iconográfica para que as crianças possam manipular o modelo de crescimento do jardim e definir o comportamento dos agentes (<i>genies</i>) (Johnson et al, 1998)</li> </ul>
<b>Projeto ALIVE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ambiente virtual que permite a interação entre um participante humano e um mundo virtual habitado por agentes autônomos animados</li> <li>- o usuário pode utilizar seu corpo inteiro para interagir com os agentes animados do mundo virtual</li> <li>- os agentes percebem os movimentos e posições do usuário para poderem movimentar-se e comunicar-se com os outros agentes (humanos e virtuais), através de retornos visuais e auditivos</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incorpora uma ferramenta que permite a modelagem de agentes autônomos inteligentes que podem interagir com usuários humanos</li> <li>- composto por mundos virtuais diferentes habitados por agentes que podem seguir o usuário, imitá-lo, desviar de objetos e executar alguns truques (tais como buscar uma bola e pular)</li> <li>- além de sensores visuais os agentes possuem um sensor sonoro para identificar sons emitidos pelo usuário (Mae, 1995)</li> </ul>
<b>GULLIVR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- espaço virtual que permite a construção de histórias colaborativamente</li> <li>- estudantes podem estar em locais diferentes</li> <li>- utiliza um sistema de imersão do tipo CAVE</li> <li>- os agentes (<i>genies</i>) respondem perguntas dos usuários e sugerem possíveis ações que podem auxiliar na construção da história</li> <li>- cada participante é representado por um avatar</li> <li>- os participantes comunicam-se utilizando sua voz e interagem com os <i>genies</i>, que possuem um sistema de reconhecimento de voz</li> <li>- os agentes encorajam a progressão dos eventos na narrativa das histórias (Roussos et al, 1996)</li> </ul>
<b>Ambientes em Realidade Virtual</b>	
<b>Kyoto Digital City Tour Guide</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- agentes que atuam no papel de guias em uma localização digital</li> <li>- objetiva o uso da narrativa como um dos meios para ajudar os usuários a organizar idéias, aprender novos conteúdos e interagir com o ambiente</li> <li>- possui um agente que conduz uma excursão pela cidade digital de Kyoto</li> <li>- ambiente 3D, possui um banco de dados de histórias e um servidor de <i>chat</i></li> <li>- o agente participa da sala de <i>chat</i> e monitora a conversação entre os visitantes</li> <li>- executado na <i>web</i> (Isbister, Doyle, 2001)</li> </ul>
<b>Projeto ARCA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ambiente em 3D (<i>Active Worlds</i>)</li> <li>- colaborativo</li> <li>- possui agentes pedagógicos de acompanhamento aos laboratórios virtuais e durante a utilização das ferramentas de avaliação (Geller et al, 2001)</li> </ul>
<b>Virtual Cell</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ambiente virtual 3D, modelado em VRML, que roda na WWW</li> <li>- multi-usuário</li> <li>- os estudantes podem trabalhar individualmente ou em grupo</li> <li>- possui agentes de <i>software</i> que atuam como tutores, monitorando as ações dos estudantes e auxiliando-os quando necessário, fornecendo conselhos para escolha de equipamentos, navegação pelo ambiente e conclusões científicas (White; McClean; Slator, 1999)</li> </ul>

<b>Ambientes Cooperativos/Colaborativos com Arquitetura Multiagente</b>	
<b>LeCS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- permite que dois ou mais alunos a distância colaborem em uma atividade de estudo de caso</li> <li>- através do <i>browser WWW</i> os alunos têm acesso às páginas com os materiais instrucionais</li> <li>- disponibiliza janela de <i>chat</i></li> <li>- disponibiliza editor individual para cada aluno</li> <li>- os grupos de alunos trabalham colaborativamente para solucionar um caso proposto</li> <li>- possui um agente pedagógico animado (agente de interface) (Rosatelli, 2000) (Rosatelli; Thiry; Barcia, 2000)</li> </ul>
<b>Mathnet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ambiente que integra um STI e uma rede de computadores</li> <li>- os estudantes atuam em grupos (times)</li> <li>- interação através de ferramentas colaborativas</li> <li>- integra agentes artificiais (agente tutor, agente pedagógico, agente de domínio e agente modelo de aluno) e agentes humanos (agente aprendiz, agente professor e agente engenheiro de conhecimento) (Labidi et al, 2000)</li> </ul>
<b>Moonline</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ambiente que fornece suporte a comunidades virtuais</li> <li>- sistema de monitoria <i>on-line</i></li> <li>- enfatiza a prática da pedagogia da pergunta</li> <li>- possui agentes inteligentes que auxiliam os usuários (alunos, monitores e professores), atuando como assistentes pessoais</li> <li>- permite colaboração síncrona e assíncrona</li> <li>- possui ambientes diferentes para alunos, monitores e professores</li> <li>- materiais instrucionais disponibilizados na forma de páginas HTML (Gava; Menezes, 2000)</li> </ul>
<b>Criação de Grupos de Estudo (CALM)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- infra-estrutura que estabelece dinamicamente grupos de colaboração, através de perfis determinados</li> <li>- os agentes são responsáveis por encontrar e convidar possíveis participantes para formar um grupo</li> <li>- permite a mobilidade dos agentes na rede</li> <li>- a colaboração pode ser realizada de forma síncrona e assíncrona (Olgúin et al, 2000)</li> </ul>
<b>Ambientes com Agentes Pedagógicos</b>	
<b>Virtual Art Museum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- o agente <i>Merlyn</i> atua como guia em um museu virtual através de um <i>browser</i> na Web</li> <li>- o agente possui animação e síntese de voz e conta histórias sobre as obras de arte existentes nas galerias (Isbister, Doyle, 2001)</li> </ul>

<b>COSMO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- o agente é uma criatura que habita um mundo virtual de roteadores de computadores e aconselha estudantes, auxiliando na decisão de como transportar pacotes de dados até seu destino correto</li> <li>- o agente move-se pelo ambiente, aponta e se refere a objetos existentes</li> <li>- o agente faz gestos de acordo com as propriedades físicas do mundo e ações passadas (Lester, 1997)</li> </ul>
<b>Giant</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- agente que tem como propósito desencadear a colaboração entre alunos que utilizam uma ferramenta para construção de mapas conceituais</li> <li>- possui uma personalidade artificial que se comporta como um estudante amigável, apresentando sua compreensão do assunto de estudo no qual o aluno está trabalhando, baseado em idéias expressadas no mapa conceitual construído pelo usuário</li> <li>- possui expressões faciais que refletem o estado atual do agente (caricaturas)</li> <li>- aprende de acordo com as proposições criadas pelos usuários no mapa conceitual, gerando novas proposições (Reichherzer, 1995a) (Reichherzer, 1995b)</li> </ul>
<b>Herman (Design-a-Plant)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- agente que atua em um ambiente sobre Botânica e Fisiologia</li> <li>- o usuário ajusta condições ambientes graficamente, que interferem no ciclo de vida das plantas</li> <li>- agente pedagógico animado que fornece conselhos aos estudantes, enquanto eles tentam resolver os problemas propostos (Elliot; Rickel; Lester, 1999)</li> </ul>
<b>STEVE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- agente pedagógico que interage em um ambiente virtual</li> <li>- ambiente de simulação em 3D (VET)</li> <li>- o agente STEVE demonstra tarefas, responde perguntas e monitora o andamento das tarefas propostas (Elliot; Rickel; Lester, 1999)</li> </ul>
<b>ADELE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agente pedagógico que aconselha e orienta o aluno em um ambiente baseado na metodologia de estudos de casos em Medicina</li> <li>- O agente pode interromper o aluno caso os procedimentos não estejam sendo seguidos corretamente e fornecer auxílio, tal como fornecer comentários adicionais sobre o caso ou sobre seu desempenho na solução do mesmo</li> <li>- O agente ADELE é composto por uma interface que monitora as ações com o paciente, um modelo mental do paciente, um modelo de tarefas, um conjunto de ações que o agente deve executar e um conjunto de estratégias pedagógicas</li> <li>- Os estudantes podem colaborar com outros e com instrutores através de teleconferência e mural virtual (Johnson; Shaw, 1997) (Johnson; Shaw; Ganeshan, 1999)</li> </ul>
<b>Agentes que exploram a ludicidade</b>	
<b>Creatures World</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- agentes inteligentes que aprendem (criaturas)</li> <li>- ambiente que permite que o usuário interaja com suas criaturas: monitore sua saúde, ensine-os a falar, comer</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- os agentes possuem um sistema imunológico e um sistema reprodutivo</li> <li>- agentes modelados com Redes Neurais (Grand, 1997) (Taylor, 1997)</li> </ul>
<b>Fin Fin on Teo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- agente com sensores para perceber o ambiente</li> <li>- possui sensações de fome, felicidade e medo</li> <li>- comportamentos pré-definidos: tímido, espanta-se com ruídos altos, pode cantar e dançar</li> <li>- possui um sensor que permite que o agente veja (perceba a presença ou ausência do usuário) e ouça o usuário (reage a sons e ruídos) (Taylor, 1997)</li> </ul>
<b>Tigrito</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- possui estados de espírito em três dimensões: emocional (alegria), fisiológico (energia) e social (amizade)</li> <li>- o agente demonstra comportamento de acordo com o seu estado de espírito</li> <li>- permite que o usuário interaja com o agente através de um avatar (Maldonado et al, 1997)</li> </ul>

Quadro 3.1: Principais Características dos Ambientes/Agentes Identificados

De acordo com as categorias utilizadas na elaboração do Quadro 3.1, verifica-se que o maior grau de complexidade está na implementação de ambientes que suportam atividades de construção, fornecendo ao usuário a possibilidade de criar dentro de um ambiente baseado em agentes. A Figura 3.2 demonstra, de forma gráfica, este grau de complexidade.

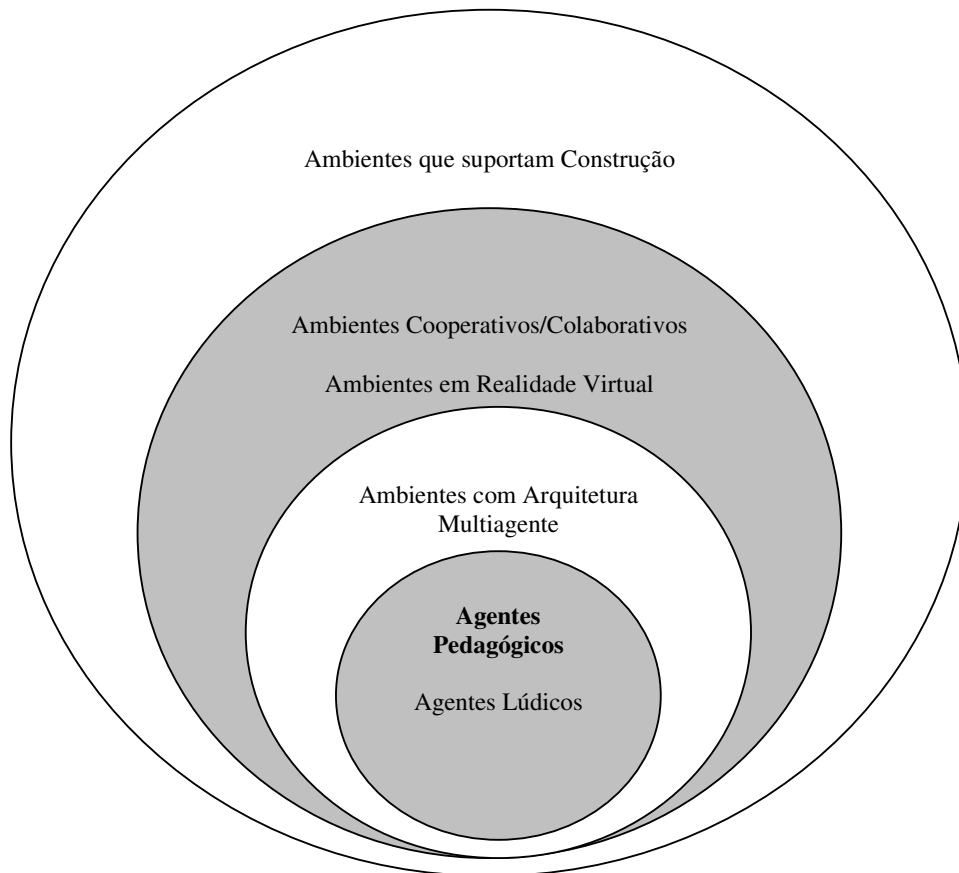


Figura 3.2: Grau de Complexidade na Implementação dos Ambientes

Através do estudo realizado, constatou-se que a grande maioria dos ambientes existentes utilizam agentes pedagógicos, realidade virtual e aprendizagem cooperativa/colaborativa. Ainda existem poucos ambientes que possuem uma arquitetura totalmente baseada em agentes, como é o caso do MCOE, AME-A e do JADE, entre outros. Também são poucos os ambientes que exploram a fundo o conceito de ludicidade, principalmente no que diz respeito à inserção de jogos educacionais, como o MCOE e o Projeto EGEMS. O Projeto EGEMS alia as vantagens da utilização dos jogos educativos com as potencialidades da aprendizagem colaborativa.

Atualmente, está se estudando com maior ênfase a aplicação de agentes em ambientes que permitam a colaboração (ambientes CSCW/CSCL) e a construção de ambientes imersivos, que se utilizam de técnicas de animação 3D (Realidade Virtual). A colaboração e as técnicas de realidade virtual podem trazer inúmeros benefícios para a aprendizagem. Estudantes que estudam juntos sentem-se encorajados a fazer perguntas, explicar e justificar suas opiniões, articular seu raciocínio e refletir sobre o seu conhecimento, incrementando sua motivação e capacidade de aprendizado (Soller, 1998).

Britzke & Silveira (2001) destacam a realidade virtual como um poderoso instrumento para a Educação, pois suas potencialidades contribuirão para o ensino do futuro, proporcionando aos jovens ambientes ricos e interativos, onde a aprendizagem decorrerá de uma atividade autônoma e criadora, pessoal mas simultaneamente participativa. Através da exploração de um ambiente em RV, o estudante descobre o conhecimento, constrói o seu próprio saber, particular e subjetivo, mas muito pessoal e mais duradouro, porque baseia-se em uma experiência pessoal. Britzke & Silveira

(2001) colocam que, com a utilização da RV na Educação, surge um novo paradigma educativo, que encara a Educação como um processo dinâmico e criativo, colocando o aluno no centro do processo de ensino e aprendizagem, valorizando-o como ser autônomo e completo, capaz de construir seu próprio saber.

Neste sentido, diversos grupos de pesquisa estão estudando e desenvolvendo ambientes em realidade virtual para apoio ao processo de ensino e aprendizagem. Na área de RV os principais projetos estudados foram o *browser Active Worlds*, os projetos ALIVE, ARCA, NICE, o GULLIVR e o *Virtual Cell*. A maioria destes ambientes, além de disponibilizarem ambientes virtuais em 3D também possibilitam que os usuários/visitantes colaborem entre si através de ferramentas, tais como murais virtuais, salas de *chat* e editores colaborativos, entre outras.

Entre os ambientes colaborativos, o mais interessante encontrado na literatura foi o do projeto *NICE*, que combina um ambiente em RV com ferramentas colaborativas. O problema da utilização deste ambiente é que os alunos precisam de equipamentos especiais de realidade virtual (CAVE), para que possam aproveitar todos os recursos oferecidos e participar, de forma imersiva, da construção colaborativa do conhecimento. Alguns alunos podem participar de forma não-imersiva através de um *applet Java* utilizando um *browser WWW*.

O projeto ARCA também estuda a integração de ferramentas colaborativas e realidade virtual, através da construção de um mundo em 3D que pode ser visitado e explorado pelos estudantes. No caso do projeto ARCA, os recursos necessários não incluem dispositivos específicos para realidade virtual, visto que o mundo construído no *Active Worlds* é não-imersivo e o estudante precisa apenas realizar o *download* do *browser* gratuito e dispor de acesso à Internet.

Outra questão importante é que a maioria dos ambientes pesquisados destina-se a crianças. São poucos os ambientes que possuem agentes voltados para o público mais adulto, como é o caso dos agentes *ADELE*, *COSMO* e também do Projeto ARCA.

A área de pesquisa que envolve a construção destes ambientes inteligentes de ensino e aprendizagem está evoluindo em um ritmo bastante rápido, alavancada principalmente pela disseminação dos computadores e da Internet em todas as escolas, além da Educação a Distância mediada por computador. Devido ao incentivo dos órgãos de pesquisa nacionais, outros projetos que envolvem a Educação a Distância estão sendo iniciados e, muitos deles, utilizar-se-ão das vantagens da abordagem de agentes, principalmente no que diz respeito aos agentes pedagógicos, como é o caso do projeto AMIA.

No Quadro 3.2, apresenta-se um resumo das características dos ambientes estudados (Silveira, 2002) e o ambiente proposto através da integração do *TelEduc* com uma arquitetura de agentes. No quadro resumo foram consideradas as seguintes características:

1. possui atividades lúdicas;
2. permite construção;
3. ambiente em realidade virtual;
4. ambiente cooperativos/colaborativos;
5. possui arquitetura multiagente;
6. possui agentes pedagógicos (com personagens animados);
7. ambientes para a *web*;
8. arquitetura de agentes híbrida (agentes reativos e cognitivos);
9. possui modelo de aluno;
10. possui ferramentas de avaliação;

11. agentes possuem emoções e/ou sensações;
12. ambiente adaptativo;
13. possibilidade de inserção de conteúdos em diferentes formatos;
14. utilização de técnicas de hipermídia adaptativa;
15. possibilita a formação de grupos colaborativos de forma automática pelo ambiente.

<b>Ambiente</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
Active Worlds		✓	✓	✓		✓	✓						✓		
ADELE				✓		✓	✓								
ALIVE	✓	✓	✓								✓				
AME-A		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓			
ARCA	✓		✓	✓		✓	✓			✓					
CALM				✓	✓										
COSMO			✓			✓									
Creatures World	✓														
Design-a-Plant	✓					✓									
EGEMS (Avalanche)	✓			✓	✓				✓		✓	✓			
Fin Fin on Teo	✓										✓				
Giant		✓		✓		✓					✓				
GULLIVR	✓	✓	✓	✓	✓										
Improv Puppets	✓	✓									✓	✓			
JADE		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Kyoto Digital City	✓		✓	✓	✓		✓								
LeCS				✓	✓	✓	✓	✓	✓						
Mathnet				✓	✓		✓		✓			✓			
MCOE	✓			✓	✓			✓		✓					
Moonline				✓	✓	✓	✓								
NICE	✓	✓	✓	✓	✓		✓								
Pingüim	✓				✓										
Projeto Oz	✓	✓			✓						✓				
SAIL		✓	✓												
STEVE	✓		✓			✓									
Tigrito	✓										✓				
Virtual Art Museum						✓	✓								
Virtual Cell			✓		✓		✓								
<b>Arquitetura Proposta</b>		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓

Quadro 3.2: Quadro Comparativo entre os Ambientes Identificados

Um dos maiores desafios na construção de ambientes inteligentes de ensino e aprendizagem diz respeito à inexistência de um paradigma que descreva o processo de aquisição de conhecimento. Atualmente, não existe consenso que aponte para um modelo apropriado de como o ser humano aprende.

Um ambiente de ensino e aprendizagem inteligente deve estar preparado para trabalhar com uma gama de aspectos que envolvem o processo de ensino e aprendizagem, envolvendo diferentes processos para solução de problemas educacionais, diversas formas de apresentar um conteúdo, formas de motivar os alunos, estabelecer medidas de avaliação qualitativa e quantitativa, considerar diferentes

desempenhos cognitivos de acordo com uma teoria psicológica, entre outros aspectos. Isto demonstra que a implementação deste tipo de ambiente é uma tarefa complexa e longa. Segundo Chaiben (1999) é preciso aprofundar questões sobre a natureza do conhecimento, a comunicação, a aprendizagem e a compreensão no desenvolvimento de ambientes de ensino e aprendizagem computadorizados.

Silveira (2001a) aponta uma série de requisitos necessários para a construção de um ambiente de aprendizagem, dentre os quais destacam-se:

- permitir uma instrução adaptável;
- atender em tempo hábil às mudanças de comportamento do aluno, além de erros e comportamentos inesperados;
- promover a interatividade;
- possuir uma arquitetura simples e eficiente.

As tendências atuais em pesquisas na área de desenvolvimento de ambientes inteligentes de ensino e aprendizagem apontam para:

- utilização de agentes que atuam em ambientes cooperativos/colaborativos;
- definição de modelos de aluno baseados em estilos de aprendizagem dos alunos;
- consideração de características emocionais e afetivas para adaptar o ambiente de acordo com o perfil do aluno;
- estratégias de ensino baseado em casos e na solução de problemas;
- utilização de tecnologias para suporte à aprendizagem exploratória e colaborativa;
- criação de ambientes em realidade virtual;
- interpretação de expressões faciais dos usuários.

Os maiores desafios na construção de ambientes de ensino e aprendizagem, utilizando a abordagem de agentes são:

- definição de arquiteturas multiagentes para ambientes colaborativos e/ou cooperativos, visando a criação de ambientes de Ensino a Distância inteligentes;
- implementação de modelos de aluno que considerem estilos de aprendizagem, características emocionais, afetivas e motivacionais;
- a definição de estratégias pedagógicas que permitam prender a atenção do estudante visando aumentar a aprendizagem;
- construção de atividades lúdicas (principalmente jogos) que atraiam e mantenham a atenção dos estudantes, não desviando o foco do conteúdo que deve ser abordado;
- a definição de comportamentos que permitam que o agente demonstre emoções e afetividade;
- a construção de ambientes adaptativos, utilizando técnicas de hipermídia adaptativa, através da construção de modelos dinâmicos de aluno.

O estudo comparativo desenvolvido serviu de embasamento para a elaboração desta tese, que abrange o estudo e construção de uma arquitetura de agentes modelados com algoritmos genéticos, aplicados em um ambiente multiagente interativo de aprendizagem, a partir da idéia inicialmente apresentada no plano de curso de

Doutorado no PPGC/UFRGS (Silveira, 2000). A realização deste trabalho tem como principal objetivo o estudo e a construção de um ambiente composto por agentes, enfatizando-se a modelagem dos mesmos através de algoritmos genéticos. A utilização dos algoritmos genéticos deverá permitir a formação de grupos colaborativos no ambiente, além de permitir que o mesmo possa ser adaptado de acordo com o perfil dos alunos do grupo, através da utilização de técnicas de hipermídia adaptativa.

## **4 ARQUITETURA DE AGENTES PARA O AMBIENTE PROPOSTO**

### **4.1 Projeto AMIA**

O projeto AMIA – Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem, financiado pelo CNPq, tem como objetivo geral: “Propor um modelo de formação continuada que contemple a questão da inclusão e do uso das novas tecnologias no processo educativo, através de um ambiente virtual adaptativo, promovendo a construção cooperativa de conhecimento (Tarouco, 2001).

O projeto AMIA é o resultado de um consórcio entre a Universidade Luterana do Brasil – ULBRA (Faculdade de Informática e Curso de Especialização em Informática na Educação), a Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (PGIE – Pós-Graduação em Informática na Educação e PPGC – Programa de Pós-Graduação em Computação) e pela PROCERGS – Companhia de Processamento de Dados do Rio Grande do Sul.

O projeto AMIA é composto por três sub-projetos cujos objetivos propostos envolvem duas abordagens: o problema da formação de professores na área de Informática na Educação e os recursos necessários para EaD. Essas duas concepções são tratadas de forma integrada. Os sub-projetos são:

1. A Utilização de Agentes em Ambientes Adaptativos de Ensino e Aprendizagem;
2. Suporte Aberto e Padronizado para Colaboração via Rede;
3. A Formação Continuada a Distância de Professores para a Informática na Educação.

A presente Tese de Doutorado está enquadrada no primeiro sub-projeto, através do estudo e construção da arquitetura de agentes que permite a adaptação do ambiente e a formação dos grupos colaborativos.

## 4.2 Ambiente TelEduc

O *TelEduc* é um ambiente para criação, participação e administração de cursos via *web*. A sua base de desenvolvimento está na facilidade de utilização das ferramentas, desenvolvidas para usuários que não precisam ser especialistas em Informática. A estrutura básica do ambiente *TelEduc* é demonstrada na Figura 4.1 (Teleduc, 2003). A versão utilizada neste trabalho foi a 3.1.3, disponível na infraestrutura do Projeto AMIA.

A principal ferramenta do ambiente é a que disponibiliza as *Atividades*, através da qual o professor estabelece as atividades que serão desenvolvidas pelos alunos do curso. As ferramentas de comunicação permitem que seja realizada uma intensa comunicação entre os participantes dos cursos, através de grupos de discussão, correio eletrônico, mural, portfólio, diário de bordo e bate-papo.

As ferramentas que estarão disponíveis nos cursos são definidas pelo formador e pertencem a três grupos: ferramentas de coordenação, ferramentas de comunicação e ferramentas de administração.

O funcionamento básico das ferramentas do *TelEduc* é estabelecido da seguinte forma:

- *Agenda*: organiza e situa o aluno no decorrer do curso, indicando os objetivos que o formador (professor) espera que ele atinja;
- *Agendas Anteriores*: armazena de forma seqüencial todas as agendas de um curso;
- *Dinâmica*: armazena as informações referentes ao andamento do curso (tempo de duração, objetivos, avaliação, entre outras informações);
- *Leituras*: é utilizada para disponibilizar textos e material bibliográfico para o curso;
- *Material de Apoio*: é utilizada para disponibilizar materiais vinculados a uma determinada atividade do curso;
- *Parada Obrigatória*: utilizada para que o formador possa realizar um fechamento das atividades de um determinado módulo do curso;
- *Perguntas Frequentes*: permite que o formador organize as dúvidas gerais do grupo de alunos;
- *Correio Eletrônico*: permite a troca de mensagens, dentro do ambiente *TelEduc*;
- *Bate-Papo*: permite que sejam realizadas sessões de bate-papo, que são salvas para posterior consulta por qualquer participante do curso;
- *Fóruns de Discussão*: permite a criação e eliminação de grupos de discussão de acordo com o critério do formador;
- *Mural*: possibilita a inserção de recados e *links* interessantes;
- *Portfólio*: espaço em disco disponível no servidor para que sejam armazenadas informações;



- *Diário de Bordo*: permite que o aluno faça uma reflexão sobre o seu aprendizado durante o curso;
- *Perfil*: possibilita que o aluno coloque a sua foto e escreva uma pequena descrição de si mesmo, apresentando-se aos demais colegas do curso;
- *Administração*: engloba ferramentas que permitem a inserção de materiais e ferramentas que possibilitam o gerenciamento dos cursos;
- *Intermap*: representa graficamente, através de mapas conceituais, os dados das ferramentas de comunicação do ambiente (Correio Eletrônico, Grupos de Discussão e Bate-Papo).

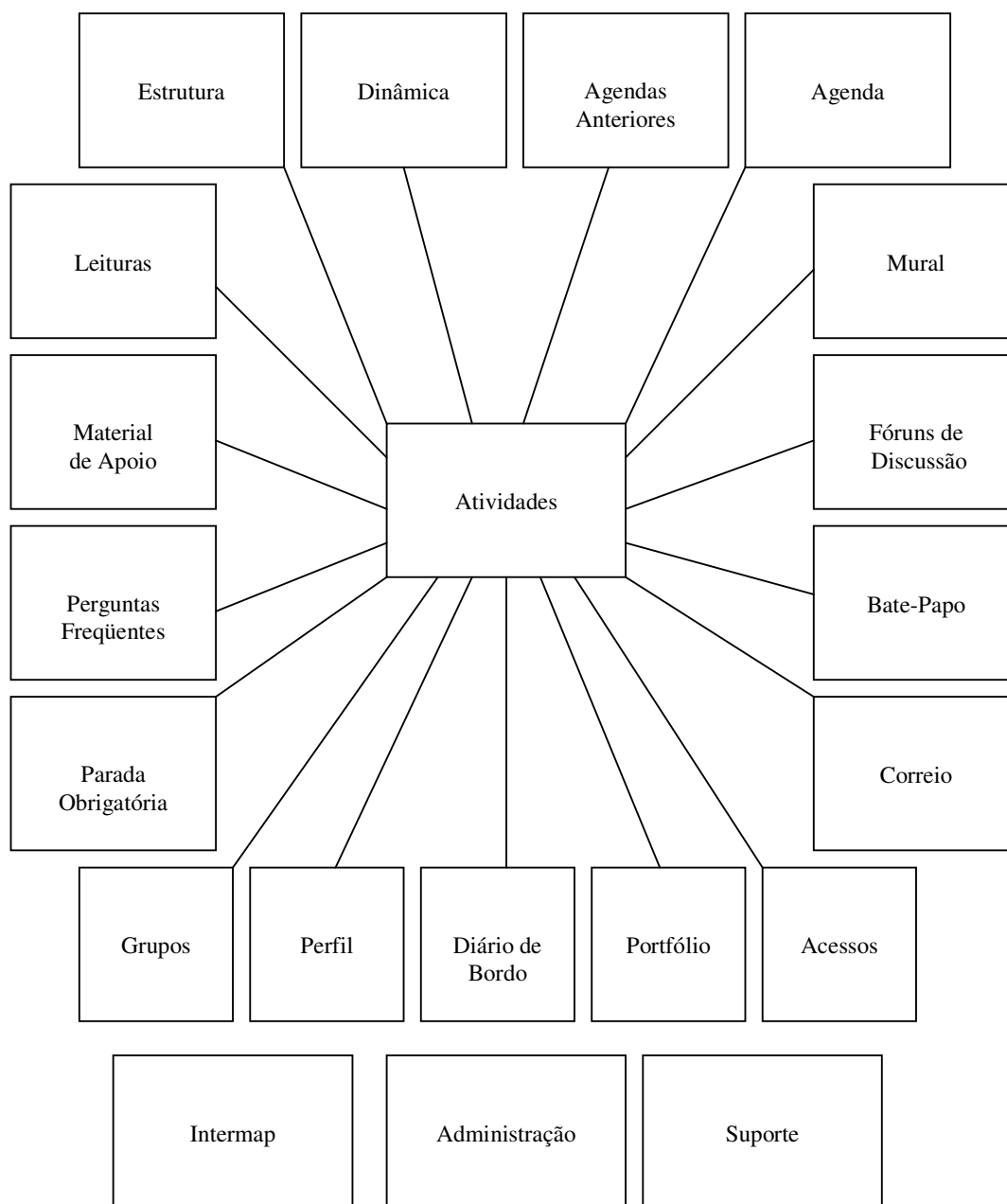


Figura 4.1: Estrutura do Ambiente *TelEduc*

Os agentes da arquitetura proposta neste trabalho atuam no contexto de algumas das ferramentas apresentadas. No caso do modelo de aluno, será utilizada a ferramenta *Perfil*. Para a adaptação dos conteúdos são utilizadas as ferramentas que permitem a disponibilização de materiais (*Material de Apoio e Leituras*). Para a adaptação da avaliação são utilizadas as ferramentas de comunicação (*Correio Eletrônico, Bate-Papo e Mural*) e a ferramenta *Atividades*. A formação dos grupos colaborativos foi integrada à ferramenta *Grupos*.

### 4.3 Arquitetura Proposta

No trabalho proposto, são definidos os aspectos que envolvem a modelagem dos agentes com algoritmos genéticos, possibilitando a formação de grupos de estudo colaborativos, baseando-se em critérios estabelecidos pelo professor, envolvendo o estilo cognitivo dos alunos, idade, sexo e localização geográfica.

O ambiente proposto para o Projeto AMIA - *TelEduc* - utiliza uma plataforma de *software* livre, constituindo-se em um ambiente colaborativo/cooperativo para Educação a Distância. A partir deste ambiente, o projeto AMIA propõe a construção de um ambiente multiagente interativo de aprendizagem, através da inserção de uma arquitetura de agentes que acompanharão o processo de ensino e aprendizagem dos alunos, via *web*.

A partir da definição do modelo de aluno proposto para o ambiente, os agentes adaptam o conteúdo a ser fornecido ao aluno, de acordo com um algoritmo genético, além de utilizarem as informações do modelo de aluno para gerarem os grupos colaborativos. As adaptações são realizadas através de técnicas de hipermídia adaptativa (Brusilovsky, 1996). Através dos estilos cognitivos definidos pelo modelo de aluno, os demais agentes adaptam o ambiente para permitir a adequação dos conteúdos e atividades ao perfil do aluno, visando apoiar o processo de ensino e aprendizagem.

#### 4.3.1 Modelo de Aluno e Técnicas de Adaptação

Um modelo de aluno contém as crenças, as informações relevantes, o conhecimento que o sistema possui sobre o aluno. Este conhecimento deve representar o domínio de conhecimento do aluno. A presença deste módulo permite a adaptabilidade do tutor a cada estudante. O modelo de aluno deve ser dinâmico, refletindo as mudanças no estado cognitivo que ocorre com o aluno, no decorrer de suas interações com o ambiente (Bercht, 1997). Segundo Akhras & Self (1996) e Giangrandi & Tasso (1996), o modelo do aluno descreve o conhecimento do estudante em um domínio específico e é utilizado para que o ambiente adapte-se às características individuais do usuário. Em um modelo de aluno podem ser armazenadas diversas informações, entre elas: nível de conhecimento, objetivos, planos, capacidades, atitudes e conhecimento ou crenças (Shiri; Aimeur; Frasson, 1998).

A modelagem do aluno é uma tarefa muito difícil, pois requer a união de esforços de diversas áreas, entre elas a Educação, Psicologia da Aprendizagem e Ciências Cognitivas. Segundo Bercht (1997), a dificuldade em modelar o aluno encontra-se na falta de conhecimentos necessários para modelar o processo de aprendizagem do ser humano.

O modelo de aluno utilizado pelo *agente modela aluno* baseia-se nos estudos desenvolvidos no Projeto AMIA, através da participação de uma professora da área da Informática na Educação e de bolsistas dos cursos de Psicologia e Pedagogia. O modelo utilizado baseia-se na aplicação do instrumento elaborado e validado por Bariani (1998) e implementado computacionalmente por Geller (2004). Este modelo compreende os

alunos em seis estilos cognitivos: 1) Convergência de Pensamento; 2) Divergência de Pensamento; 3) Holista; 4) Serialista; 5) Reflexivo e 6) Impulsivo.

Através destes estilos foram definidas técnicas de adaptação a serem utilizadas, como mostra o Quadro 4.1.

<b>Impulsividade</b>	<b>Reflexividade</b>
<p>Texto: tópicos Comunicação: bate-papo, <i>e-mail</i></p> <p>O professor deve constantemente inserir novos tópicos e promover a participação no bate-papo.</p>	<p>Texto: tutorial, livro, capítulos de livros, artigos Imagem: gráfico, diagrama Comunicação: fórum, <i>e-mail</i>, lista de discussões</p> <p>O professor deve propor atividades em forma de questionários, solicitar resenhas críticas.</p>
<b>Holista</b>	<b>Serialista</b>
<p>Texto: artigo, <i>links</i>, sites de busca, livros Imagem: diagramas Comunicação: bate-papo, <i>e-mail</i></p> <p>Tem motivação intrínseca. Propor pesquisas na Internet e compartilhar resultados com o grupo.</p>	<p>Texto: apostilas, tutoriais, tópicos Imagem: gráficos, desenhos seqüenciais (início, meio e fim) Comunicação: bate-papo, fórum</p> <p>Deve ser motivado pelo grupo e pelo professor. O professor deve propor atividades em forma de questionários.</p>
<b>Convergência</b>	<b>Divergência</b>
<p>Texto: artigos, tutoriais, apostilas Imagem: fotos, imagens animadas, desenhos Comunicação: <i>e-mail</i></p> <p>Deve ser motivado pelo professor, através de desafios.</p>	<p>Texto: <i>links</i>, <i>sites</i> de busca, tópicos Imagem: gráficos, diagramas Comunicação: fórum, <i>e-mail</i>, lista de discussões</p> <p>Tem motivação intrínseca. O professor deve promover constantes desafios.</p>

Quadro 4.1: Perfis do Modelo de Aluno e Técnicas Adaptativas

De acordo com o modelo de aluno (Bariani, 1998) (Geller, 2004), foram estabelecidas 24 técnicas de adaptação, incluindo adaptação de conteúdo e de avaliação. São elas:

1. Criação de apresentações (utilizando um *software* de apresentação);
2. Artigos;
3. Bate-papo;
4. Capítulos de livros;
5. Construção de páginas em HTML;
6. Desenhos seqüenciais (com início, meio e fim);
7. Desenhos;
8. Diagramas;
9. *E-mail*;
10. Fórum;
11. Fotos;

12. Gráficos;
13. Imagens animadas;
14. *Links* para *web*;
15. Livros;
16. Mural;
17. Questionários;
18. Resenhas críticas;
19. Sites de busca;
20. Tópicos;
21. Tutoriais;
22. Lista de Discussões;
23. Apostilas;
24. Desafios.

Estas técnicas foram divididas em dois grupos, as que podem ser utilizadas na adaptação dos conteúdos e as que podem ser utilizadas na avaliação, como mostra o Quadro 4.2.

Adaptação de Conteúdos	Adaptação da Avaliação
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Artigos</li> <li>- Capítulos de Livros</li> <li>- Desenhos seqüenciais</li> <li>- Desenhos</li> <li>- Diagramas</li> <li>- Fotos</li> <li>- Gráficos</li> <li>- Imagens animadas</li> <li>- <i>Links</i> para <i>web</i></li> <li>- Livros</li> <li>- <i>Sites</i> de busca</li> <li>- Tópicos</li> <li>- Tutoriais</li> <li>- Apostilas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de apresentações</li> <li>- Bate-Papo</li> <li>- Construção de páginas HTML</li> <li>- <i>E-mail</i></li> <li>- Fórum</li> <li>- Mural</li> <li>- Questionários</li> <li>- Resenhas críticas</li> <li>- Lista de Discussões</li> <li>- Desafios</li> </ul>

Quadro 4.2: Grupos das Técnicas de Adaptação

Na arquitetura definida neste trabalho, demonstrada na Figura 4.2, tem-se cinco agentes, cujas funções são:

- *agente de comunicação*: responsável por receber as requisições dos outros agentes e encaminhá-las ao agente que pode desempenhar a tarefa solicitada, atuando como um facilitador;
- *agente modela aluno*: responsável por gerenciar as informações que dizem respeito ao modelo de aluno e disponibilizá-las aos demais agentes de forma dinâmica. Através da aplicação de um teste *on-line*, este agente enquadra o aluno em um perfil estabelecido;
- ***agente forma grupo colaborativo***: através das características definidas pelo professor e das informações extraídas do modelo de aluno, forma grupos de estudo colaborativos. Este agente será apresentado, com

**maiores detalhes, no próximo capítulo deste trabalho, por tratar-se do foco central do mesmo;**

- *agente adaptativo de conteúdo*: responsável por adaptar o conteúdo de acordo com o perfil do aluno (informado pelo *agente modela aluno*). Este agente foi modelado com algoritmos genéticos. O algoritmo genético é o responsável pela geração das técnicas de adaptação mais adequadas ao perfil dos alunos matriculados no curso;
- *agente adaptativo de avaliação*: este agente é encarregado de adaptar o processo de avaliação de acordo com o perfil do aluno, disponibilizando as ferramentas mais adequadas dentro do ambiente. Este agente também foi implementado com algoritmos genéticos. Além disso, de acordo com critérios estabelecidos pelo professor, o *agente de avaliação* fornecerá subsídios para o *agente modela aluno* e para o *agente adaptativo de conteúdo*, com relação ao acompanhamento do aluno durante a utilização das ferramentas de avaliação.

Os algoritmos genéticos foram aplicados de duas formas: 1) geração de técnicas de adaptação (conteúdos e avaliação); 2) criação de grupos colaborativos. Como o foco desta tese envolve a formação de grupos colaborativos, esta operação será detalhada:

- o professor define as características desejáveis para a criação de um grupo colaborativo (estas características são identificadas através do modelo de aluno), além do número de integrantes que deve formar o grupo;
- o *agente forma grupo colaborativo*, forma o grupo de alunos mais adequado, seguindo as características previamente estabelecidas. O resultado do algoritmo genético é o "melhor" grupo, de acordo com as características definidas pelo professor.

A utilização dos algoritmos genéticos justifica-se pela grande quantidade de alunos que poderão participar de cursos a distância, o que descarta a possibilidade de serem utilizadas técnicas de busca exaustiva. Sendo assim, o ambiente será adaptado de acordo com o grupo no qual se encaixa o aluno (perfil). A definição deste grupo está a cargo do agente *forma grupo colaborativo*. Através das características estabelecidas para cada grupo de alunos, os agentes *adaptativo de conteúdo* e *adaptativo de avaliação* combinarão as técnicas de hipermedia adaptativa (Brusilovsky, 1996), visando encontrar o conjunto de técnicas mais adequado ao grupo.

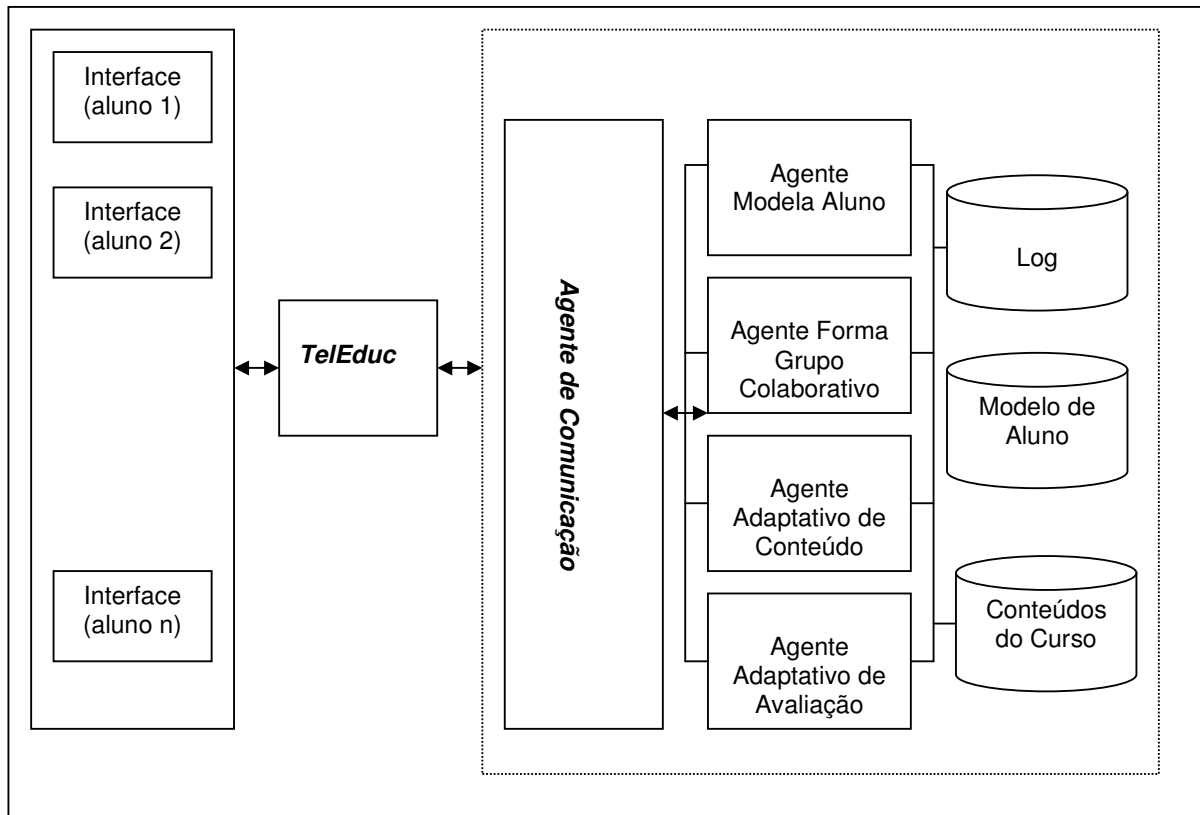


Figura 4.2: Arquitetura de Agentes

Além disso, a utilização de um algoritmo genético na busca de uma solução ótima, permite uma execução em "paralelo", partindo de várias soluções simultaneamente, ao contrário dos métodos clássicos de otimização, que efetuam a busca voltados a uma única solução a cada instante (Goldberg, 1989) (Mitchell, 1996).

A arquitetura de agentes foi implementada utilizando-se a linguagem de programação PHP e as informações foram armazenadas em um banco de dados *MySQL*. Estes agentes, de acordo com as mensagens recebidas, realizam tarefas que estão implementadas em páginas PHP, no lado do servidor. A linguagem PHP permite a criação de *sites web* dinâmicos e interação com bancos de dados e outras aplicações existentes no servidor e é a linguagem de programação na qual foi desenvolvido o ambiente *TelEduc*.

A plataforma de desenvolvimento foi definida de acordo com o escopo do Projeto AMIA, sendo que a arquitetura de agentes foi integrada ao ambiente *TelEduc*. Além disso, o Projeto AMIA propõe a utilização de ambientes de *software* livre, o que justifica a escolha da linguagem PHP e do banco de dados *MySQL*.

Os agentes da arquitetura são reativos, não possuindo histórico de suas ações passadas, baseando-se em estímulos recebidos para realizarem suas tarefas (estímulo-resposta). Cada um dos agentes foi implementado como uma classe em PHP. Quando um agente necessita de alguma habilidade de outro agente, envia uma solicitação ao agente de comunicação (facilitador) que verifica qual é o agente que pode resolver o problema, que fica encarregado de enviar uma resposta ao agente que solicitou a tarefa.

#### 4.3.2 Funcionamento dos Agentes

Os agentes executam suas ações de acordo com regras de comportamento, do tipo: WHEN-IF-THEN. Estas regras são acionadas quando o aluno ou o professor realiza o *login* no ambiente e/ou quando o aluno/professor acessa as diferentes

ferramentas existentes no ambiente *TelEduc*. A parte WHEN indica a ocorrência de algum evento. O IF verifica as condições do ambiente com as condições requeridas para que a regra seja aplicada e a parte THEN define as ações que o agente deve executar (Bica, 2000). As regras de comportamento podem desencadear ações de um ou mais agentes simultaneamente.

### *Agente Modela Aluno*

O *agente modela aluno* não foi modelado com algoritmos genéticos, pois baseia-se em um instrumento validado por Bariani (1998) e implementado computacionalmente no trabalho de Geller (2004), dentro do contexto do projeto AMIA. Este agente é automaticamente executado no momento em que o aluno acessa a opção “perfil” no ambiente *TelEduc*. O agente apresenta o instrumento e fica responsável por armazenar as respostas do aluno, compreendendo-o em um dos perfis determinados pelo modelo de aluno do Projeto AMIA. Se o aluno realizar o *login* e ainda não tiver preenchido o perfil, o agente envia uma mensagem sugerindo que o aluno o preencha.

O *agente modela aluno* tem representação explícita do conhecimento, ou seja, ele possui o conhecimento necessário para estabelecer o perfil cognitivo do aluno. A comunicação é realizada de modo direto, através do envio e recebimento de mensagens.

#### *Regras de Comportamento:*

- *Login\_usuario*: esta regra é ativada quando o *agente de comunicação* envia uma mensagem ao *agente modela aluno* informando que um usuário conectou-se ao *TelEduc*. Se o usuário é um aluno, esta regra tem como resultado a confirmação ou não da definição do perfil cognitivo do aluno. Se o usuário é um professor, esta regra tem como resultado a confirmação ou não de que os alunos já possuem um perfil definido;
- *Identificar\_perfil\_do\_aluno*: esta regra é ativada quando o *agente de comunicação* envia uma mensagem solicitando o perfil do aluno (a partir da solicitação de outros agentes), tendo como resultado a identificação do estilo cognitivo do aluno em questão.

### *Agente Adaptativo de Conteúdo*

O *agente adaptativo de conteúdo* utiliza um algoritmo genético para estabelecer as técnicas de adaptação a serem utilizadas pelos alunos do curso em questão. Este algoritmo genético tem, como características:

- *População*: o número de cromossomos da população é correspondente ao número de alunos inscritos no curso. A população inicial é gerada de forma aleatória. As informações são codificadas através de *strings* de *bits* nos cromossomos;
- *Cromossomo*: o cromossomo contém as técnicas de adaptação que podem ser utilizadas em cada curso. Cada gene corresponde a uma técnica de adaptação possível, de acordo com as técnicas estabelecidas no modelo de aluno;

- *Função de Avaliação:* Cada gene contendo o valor 1 indica que aquela técnica será aplicada com o aluno em questão. Se o gene contiver o valor zero, a técnica não será aplicada. A definição das técnicas que devem ou não ser aplicadas depende do estilo cognitivo do aluno e são fornecidas pelo agente *modela aluno*. Os melhores cromossomos indicam as técnicas de adaptação mais adequadas para o grupo de alunos em questão;
- *Geração da Nova População:* Para selecionar os cromossomos que serão os geradores da nova população foi utilizada a técnica da roleta (Goldberg, 1989) (Mitchell, 1996). Nos cromossomos selecionados são aplicados o *crossover* e a mutação;
- *Critério de Parada:* Foi utilizada a convergência, considerando que um gene converge se 90% da população tem o mesmo valor para este gene, o algoritmo genético converge quando 90 a 95% dos genes convergiram;
- *Saída do Algoritmo Genético:* os melhores cromossomos indicam as possíveis combinações de adaptação do conteúdo para os alunos que pertencem a um determinado perfil. Estas informações são armazenadas na tabela do modelo de aluno na base de dados para serem utilizadas pelos agentes posteriormente.

Quando o professor realizar o *login* no ambiente, o *agente modela aluno* verifica se todos os alunos do seu curso já preencheram o perfil. Em caso afirmativo, o *agente modela aluno* envia uma mensagem ao *agente adaptativo de conteúdo*; caso contrário informa ao professor que alguns alunos ainda não preencheram o perfil requerido.

O *agente modela aluno* envia a mensagem ao *agente adaptativo de conteúdo*, que executa o algoritmo genético para gerar as técnicas de adaptação adequadas ao grupo de alunos inscrito no curso. Cada vez que o aluno for utilizar algum dos materiais do curso, o *agente modela aluno* informa quais as técnicas que devem ser utilizadas para este aluno e repassa esta informação para o *agente adaptativo de conteúdo*. Quando o professor inserir materiais para o curso, precisa informar em que técnica de adaptação o mesmo se enquadra.

Cada gene do cromossomo corresponde a uma possível técnica de adaptação (textos, imagens, diagramas, sons, vídeos, imagens), dentre as técnicas de adaptação definidas no modelo de aluno.

#### *Regras de Comportamento:*

- *Gerar\_técnicas\_adaptativas:* Esta regra é ativada quando o agente de comunicação envia uma mensagem ao *agente adaptativo de conteúdo*, para que seja gerado o melhor conjunto de técnicas adaptativas de acordo com o perfil cognitivo do aluno. O resultado da regra é a confirmação da adaptação ao *agente modela aluno*;
- *Login\_aluno:* Esta regra é ativada quando o aluno realiza o *login* no ambiente. Este *login* é enviado ao *agente modela aluno* que verifica se o perfil do aluno já foi definido. Em caso negativo, sugere ao aluno que preencha o seu perfil. Em caso afirmativo, envia uma mensagem ao *agente*



*adaptativo de conteúdo* contendo o *login* do aluno e as técnicas de adaptação que devem ser utilizadas;

- *Acessar\_Materiais\_de\_Apoio*: esta regra é ativada quando o aluno acessa a ferramenta *Material de Apoio*. O *login* é enviado (através do *agente de comunicação*) ao *agente adaptativo de conteúdo* que recupera da base de domínio os conteúdos que devem ser mostrados ao aluno de acordo com as técnicas de adaptação. Se o professor não cadastrou materiais de acordo com alguma das técnicas estabelecidas, o agente deve seguir alguma rota alternativa;
- *Login\_Professor*: Esta regra é ativada quando um professor (formador) realiza o *login* no ambiente. O *agente modela aluno* verifica se os alunos inscritos no curso sob responsabilidade deste professor já estão com os perfis definidos. Em caso afirmativo, envia uma mensagem ao *agente adaptativo de conteúdo* para que este realize a adaptação. Caso contrário, informa ao professor quais alunos ainda não preencheram o perfil.

### *Agente Forma Grupo Colaborativo*

Este agente será descrito no próximo capítulo, por representar o foco do trabalho aqui apresentado.

### *Agente Adaptativo de Avaliação*

O *agente adaptativo de avaliação* funcionará de forma semelhante ao *agente adaptativo de conteúdo*, utilizando-se de técnicas de adaptação diferenciadas. Este agente ainda não foi implementado dentro da arquitetura de agentes. O algoritmo genético deste agente tem as seguintes características:

- *População*: o número de cromossomos da população será correspondente ao número de alunos inscritos no curso. A população inicial será gerada de forma aleatória. As informações serão codificadas através de *strings* de bits nos cromossomos;
- *Cromossomo*: o cromossomo conterá as técnicas de adaptação para avaliação que podem ser utilizadas em cada curso. Cada gene corresponderá a uma técnica de adaptação possível, de acordo com as técnicas estabelecidas no modelo de aluno;
- *Função de Avaliação*: Cada gene contendo o valor 1 significa que aquela técnica será aplicada com o aluno em questão. Se o gene contiver o valor zero, a técnica não será aplicada. Os melhores cromossomos indicam as técnicas de adaptação mais adequadas para o grupo de alunos em questão;
- *Geração da Nova População*: Para selecionar os cromossomos que serão os geradores da nova população será utilizada a técnica da roleta (Goldberg, 1989) (Mitchell, 1996). Nos cromossomos selecionados serão aplicados o *crossover* e a mutação;

- *Critério de Parada:* Será utilizada a convergência, considerando que um gene converge se 90% da população tem o mesmo valor para este gene, o algoritmo genético converge quando 90 a 95% dos genes convergiram;
- *Saída do Algoritmo Genético:* os melhores cromossomos indicarão as possíveis combinações de adaptação da avaliação para os alunos que pertencem a um determinado perfil. Estas informações serão armazenadas na tabela do modelo de aluno na base de dados para serem utilizadas pelos agentes posteriormente.

Quando o professor realizar o *login* no ambiente, o *agente modela aluno* verificará se todos os alunos do seu curso já preencheram o perfil. Em caso afirmativo, o agente *modela aluno* enviará uma mensagem ao agente de comunicação, solicitando a adaptação da avaliação; caso contrário informará ao professor que alguns alunos ainda não preencheram o perfil.

O *agente modela aluno* envia a mensagem ao *agente adaptativo de avaliação*, que executará o algoritmo genético para gerar as técnicas de adaptação da avaliação adequadas ao grupo de alunos inscrito no curso. Cada vez que o aluno for acessar a opção de atividades do curso, o *agente modela aluno* verificará quais as técnicas que devem ser utilizadas para este aluno e repassa esta informação para o *agente adaptativo de avaliação*. Quando o professor inserir atividades para o curso, precisa informar em que técnica de adaptação as mesmas se enquadram.

#### *Regras de Comportamento:*

- *Gerar\_técnicas\_adaptativas\_avaliação:* Esta regra é ativada quando o agente de comunicação envia uma mensagem ao *agente adaptativo de avaliação*, para que seja gerado o melhor conjunto de técnicas adaptativas de avaliação de acordo com o perfil cognitivo do aluno. O resultado da regra é a confirmação da adaptação ao *agente modela aluno*;
- *Login\_aluno:* Esta regra é ativada quando o aluno realiza o *login* no ambiente. Este *login* é enviado ao *agente modela aluno* que verifica se o perfil do aluno já foi definido. Em caso negativo, sugere ao aluno que preencha o seu perfil. Em caso afirmativo, envia uma mensagem ao *agente adaptativo de avaliação* contendo o *login* do aluno e as técnicas de adaptação que devem ser utilizadas;
- *Acessar\_Atividades:* esta regra é ativada quando o aluno acessa a ferramenta *Atividades*. O *login* é enviado (através do *agente de comunicação*) ao *agente adaptativo de avaliação* que recupera da base de domínio os instrumentos de avaliação que devem ser mostrados ao aluno de acordo com as técnicas de adaptação. Se o professor não cadastrou atividades de acordo com alguma das técnicas estabelecidas o agente deve seguir alguma rota alternativa;
- *Login\_Professor:* Esta regra é ativada quando um professor (formador) realiza o *login* no ambiente. O *agente modela aluno* verifica se os alunos inscritos no curso sob responsabilidade deste professor já estão com os perfis definidos. Em caso afirmativo, envia uma mensagem ao *agente adaptativo*

*de avaliação* para que este realize a adaptação. Caso contrário, informa ao professor quais alunos ainda não preencheram o perfil.

No próximo capítulo apresenta-se a implementação do *agente forma grupo colaborativo*, baseando-se nas definições apresentadas quanto ao modelo de aluno e funcionamento dos agentes.

## 5 FORMAÇÃO DOS GRUPOS COLABORATIVOS

O *agente forma grupo colaborativo* utiliza um algoritmo genético para definir os alunos que farão parte de grupos de estudos colaborativos, a partir de critérios estabelecidos pelo professor. Após o cadastro de todos os alunos no curso e do preenchimento do perfil (através do qual é acionado o *agente modela aluno*), o professor deve acessar o ambiente *TelEduc* e solicitar para que a formação do grupo colaborativo seja realizada. O agente disponibiliza uma tela que funciona como um assistente ao professor, para que o mesmo possa definir os parâmetros e pré-requisitos necessários para a formação do grupo de estudos, permitindo a formação de grupos heterogêneos ou homogêneos, baseando-se nos seguintes critérios: estilos cognitivos dominantes, sexo, idade e localização geográfica dos participantes. O problema da formação dos grupos é considerado um problema de escalonamento. Segundo Davis (1991), problemas de escalonamento apresentam grande dificuldade em seu tratamento principalmente por 1) pertencerem à classe de problemas NP-completo, ou seja, a partir de um tamanho razoável dos dados de entrada torna-se impossível explorar todo o espaço de busca e 2) devem levar em conta restrições que com frequência estão fortemente vinculadas ao conhecimento específico do domínio no qual estão inseridos. Estas afirmações justificam a aplicação de um algoritmo genético para permitir a formação dos grupos colaborativos.

A formação dos grupos no escopo deste trabalho é realizada da seguinte forma:

- Inicialmente, são buscados os estilos cognitivos preferenciais, armazenados para cada aluno do curso. Estes estilos permitem a classificação dos papéis de cada integrante do grupo, através da verificação do(s) estilo(s) dominante(s);
- A população inicial do algoritmo genético é gerada a partir do número de alunos do curso;
- O número de genes do cromossomo é igual ao número de integrantes de cada grupo. O agente forma grupos com no máximo 6 componentes. Cada cromossomo corresponde a um grupo colaborativo formado;

- Os critérios possíveis para a formação dos grupos colaborativos são: 1) estilos cognitivos dominantes; 2) sexo; 3) idade e 4) localização geográfica, como mostra o exemplo de cromossomo na Figura 5.1:

Gene 1	Gene 2	Gene 3	Gene 4	Gene 5	Gene 6
Estilo dominante	Estilo dominante	Estilo dominante	Estilo dominante	Estilo dominante	Estilo cogniti
Segundo Estilo	Segundo Estilo	Segundo Estilo	Segundo Estilo	Segundo Estilo	Segundo Estilo
Terceiro Estilo	Terceiro Estilo	Terceiro Estilo	Terceiro Estilo	Terceiro Estilo	Terceiro Estilo
Sexo	Sexo	Sexo	Sexo	Sexo	Sexo
Idade	Idade	Idade	Idade	Idade	Idade
Localização Geográfica	Localização Geográfica	Localização Geográfica	Localização Geográfica	Localização Geográfica	Localização Geográfica

Figura 5.1: Exemplo de Cromossomo

- Para avaliar cada cromossomo utiliza-se o cálculo de penalidades. A função de avaliação atribui penalidades associadas ao cromossomo. A avaliação segue a fórmula:

$$fo(x) = \frac{1}{1 + \sum \text{penalidades}(x)}$$

onde  $fo(x)$  representa o valor de retorno da função de avaliação, aplicada ao indivíduo  $x$  e  $\text{penalidades}(x)$  as penalidades a ele associadas.

A função de avaliação faz uso do cálculo de penalidades associadas a um cromossomo. Seu funcionamento baseia-se em verificar, para cada gene do cromossomo, quais penalidades estão associadas a sua combinação com todos os demais. Foram utilizadas as seguintes penalidades:

- não devem existir, preferencialmente, dois membros do grupo com o mesmo papel, principalmente com o papel de coordenador;
- se o grupo formado deve ser heterogêneo, de acordo com os critérios definidos pelo professor, se a maioria dos componentes estiver enquadrada neste critério, haverá uma penalização. Da mesma forma, se o grupo formado deve ser homogêneo, se a maioria dos componentes estiver compreendida no critério definido pelo professor, haverá uma penalização.

O cromossomo que tiver a menor penalidade é o mais adequado e será um dos grupos escolhidos. Os algoritmos genéticos facilitam a codificação de problemas com diversos tipos de restrição, mesmo quando as mesmas apresentem diferentes graus de importância. Neste caso, se dois indivíduos violam restrições, é considerado mais apto aquele que viola as mais flexíveis (*soft constrains*) em detrimento do que viola as mais graves (*hard constrains*) (Barbosa, 1996). No algoritmo elaborado neste trabalho, é considerado mais apto o indivíduo que tem o menor número de penalidades, ou seja, que viola o menor número de restrições. O algoritmo é executado repetidamente, até que sejam formados todos os grupos desejados. A cada nova geração, são extraídos da população os alunos que já foram agrupados, para evitar que um mesmo aluno faça parte de mais de um grupo.

Ao final do algoritmo, são apresentados os integrantes de cada grupo, além dos papéis que cada integrante deve assumir (preferencialmente). Estas informações também são cadastradas automaticamente na ferramenta *Grupos* do *TelEduc*, para que o professor não precise cadastrar os seus grupos manualmente.

O algoritmo genético implementado e integrado ao ambiente *TelEduc* tem os seguintes passos:

1. Estabelecer a conexão com o banco de dados;
2. Consultar todos os alunos cadastrados no curso;
3. Verificar se todos os alunos já preencheram o questionário (modelo de aluno). Em caso afirmativo o algoritmo é executado, caso contrário, o professor recebe uma mensagem informando que nem todos os alunos responderam ao questionário que os compreende em um dos estilos cognitivos;
4. Definir o número de integrantes de cada grupo, de acordo com o número de alunos do curso, permitindo grupos de, no máximo, 6 integrantes;
5. Gerar a população inicial, buscando os dados cadastrados na base de usuários (alunos). Os dados referem-se aos critérios definidos pelo professor, quando da formação dos grupos (estilos cognitivos dominantes, sexo, idade e localização geográfica);
6. Realizar a avaliação da população de cromossomos, inicialmente, de acordo com o tipo de grupo escolhido pelo professor: homogêneo ou heterogêneo;
7. Verificar os critérios estabelecidos pelo professor;
8. No caso de grupos homogêneos, sempre que for identificado que um dos integrantes (representado por um gene do cromossomo) não possui o mesmo critério dos demais integrantes do grupo, é aplicada uma penalidade (este cálculo é realizado para todos os critérios estabelecidos pelo professor);
9. No caso de grupos heterogêneos, sempre que um dos integrantes (representado por um gene do cromossomo) tiver o mesmo critério de um outro integrante, é aplicada uma penalidade. Como no passo anterior, este cálculo é realizado para todos os critérios estabelecidos pelo professor;
10. Ordenar os cromossomos, em ordem crescente, de acordo com as penalidades atribuídas;
11. Aplicar o *crossover* de dois pontos, como mostra a Figura 5.2;
12. Avaliar a nova população gerada a partir do *crossover* (aplicando os passos 6, 7, 8 e 9);
13. Apresentar o grupo formado e o papel de cada integrante;
14. Extrair da população de cromossomos o grupo formado;
15. Repetir a execução dos passos 6 até 14, enquanto existirem grupos a serem formados;
16. Armazenar os grupos formados na tabela *Grupos*, integrando estas informações à ferramenta *Grupos* do *TelEduc*.

Grupo 1 (Pai 1)	Aluno A	Aluno B	Aluno C	Aluno D	Aluno E	Aluno F
Grupo 2 (Pai 2)	Aluno G	Aluno H	Aluno I	Aluno J	Aluno K	Aluno L
Filho 1	Aluno A	Aluno B	Aluno I	Aluno J	Aluno E	Aluno F
Filho 2	Aluno G	Aluno H	Aluno C	Aluno D	Aluno K	Aluno L

Figura 5.2: Exemplo de *Crossover* de 2 Pontos

Um ponto importante diz respeito à forma de geração da nova população e da aplicação dos operadores genéticos. Uma das técnicas mais comuns para a geração da nova população é a aplicação da técnica da roleta (apresentada no capítulo 2, na seção 2.4). Além disso, também são utilizados operadores genéticos como os de mutação e inversão. No caso do trabalho aqui proposto, esta técnica e estes operadores não puderam ser aplicados, pois as informações dos alunos (dados cadastrados) não podem ser alterados, além do fato de que o mesmo aluno não pode aparecer em mais de um grupo.

Com relação à formação dos grupos, Antunes (1970) coloca que são 3 os processos mais comuns:

1. o grupo natural: o professor convoca seus alunos a formarem seus grupos que, normalmente, já existem;
2. o grupo artificial: é desejável quando se pretende sua constituição imediata;
3. sociometria: através da sociometria é possível identificar-se a potência de liderança e condições de ajustamento, contribuindo desta maneira para melhorar as relações sociais das classes e dos grupos; através de um sociograma é possível representar fatos sociais (pode ser utilizada para alunos que já se conhecem e estão juntos, em uma sala de aula presencial).

No caso da aplicação em EaD (como no trabalho aqui proposto), as opções 1 e 2 são dificultadas, pois os alunos não se conhecem e não estão reunidos presencialmente. Sendo assim, é preciso realizar a formação dos grupos de forma *artificial*. Quanto aos critérios para formação dos grupos, Antunes (1970) cita: nível de desenvolvimento intelectual, aptidões e domicílios (para facilitar reuniões extraclasse).

No trabalho proposto os critérios citados podem ser definidos pelo professor. O nível de desenvolvimento intelectual e as aptidões são compreendidos pelo modelo de aluno, através da identificação dos estilos cognitivos dos alunos e o item domicílio corresponde à localização geográfica dos alunos que estão atuando no ambiente de EaD.

Com relação à definição dos papéis de cada um dos integrantes, Antunes (1970) coloca que “Embora seja possível encontrar ou admitir grupos em que não existam funções específicas para seus membros, deve o professor sugerir que cada membro do grupo tenha uma ou mais funções específicas...” (p. 60). Segundo os padrões estilísticos propostos por Butler (2003) e através dos resultados das pesquisas desenvolvidas por Bariani (1998) e Geller (2004), são considerados os 3 estilos cognitivos preferenciais dos alunos para a identificação dos papéis. Quando o aluno tiver apenas um estilo dominante, este será compreendido em um dos papéis correspondentes (como mostra o Quadro 5.1). Caso o aluno tenha mais de um estilo cognitivo<sup>3</sup> dominante, poderá desempenhar mais de um papel.

Butler coloca que: “quando uma pessoa tem um estilo dominante e um ou dois estilos de apoio (...) o estilo dominante exerce uma grande influência, mas a pessoa sente a necessidade de usar estilo(s) de apoio para uma consulta intuitiva na tomada de decisão. Às vezes, o estilo de apoio serve simplesmente como um incentivador ou moderador das ações do estilo dominante” (2003, p. 17). Esta mesma autora descreve que “com dois estilos dominantes igualmente fortes, ocorre uma atração igual para ambos. A pessoa pode usá-los simultânea ou independentemente...” (2003, p. 18). Já as

---

<sup>3</sup> Não existe um consenso quanto aos termos estilo cognitivo ou estilo de aprendizagem. Segundo Cerqueira (2000), “Ambos os termos, estilos de aprendizagem e estilos cognitivos, têm sido empregados pelos pesquisadores e teóricos sem uma diferenciação clara entre esses conceitos” (p. 49).

pessoas com três estilos dominantes sentem uma igual atração para os três estilos e não diferenciam a importância dos três.

<b>Estilo Cognitivo Dominante</b>	<b>Papel a ser Desempenhado no Grupo</b>
Impulsivo	Investigador de Recursos
Reflexivo	Monitor/Avaliador
Holista	Coordenador
Serialista	Especialista
Divergente	Planejador
Convergente	Implementador/Finalizador

Quadro 5.1: Definição dos Papéis segundo o Estilo Cognitivo

Os papéis foram estabelecidos a partir da classificação proposta por Belbin (Belbin 2001) e adaptados de acordo com os estilos cognitivos compreendidos pelo modelo de aluno proposto. As características dos papéis propostos por Belbin (2001) encontram-se no Quadro 5.2. A classificação proposta por Belbin (2001) foi utilizada por apresentar papéis adequados aos estilos cognitivos compreendidos pelo modelo de aluno empregado neste trabalho.

<b>Papel</b>	<b>Características</b>
Planejador	Criativo e inovador. Tem a responsabilidade de produzir novas idéias e estratégias.
Coordenador	Tem como principal característica a preocupação com os demais membros do grupo. Dirige o grupo, sem conduzi-lo. Contorna discussões, auxiliando o grupo a superar diferenças. Dá ênfase à motivação dentro grupo.
Investigador de Recursos	Tem grande habilidade em transformar idéias em ações. Procura o que está disponível e o que é possível de ser realizado.
Monitor/Avaliador	Tem uma atitude de indiferença em relação ao grupo, podendo, na maior parte das vezes, ficar em segundo plano. No entanto, destaca-se quando uma decisão importante precisa ser tomada.
Modelador	Pode, eventualmente, liderar o grupo. No entanto, procura atingir os objetivos através de quaisquer meios disponíveis. Seu papel fundamental é disparar a ação e afastar a acomodação do grupo.
Membro do Grupo	Tende a colocar os objetivos do grupo e sua manutenção acima de seus desejos pessoais.
Finalizador	Sabe como retomar as pontas perdidas e juntá-las para auxiliar o grupo a finalizar um projeto. Reluta em deixar alguma meta não concluída, refletindo isto nos demais membros do grupo.
Implementador	São bons organizadores, com preferência pela ordem e rotina. Conduzem o trabalho de forma organizada e apreciam o trabalho duro e a aplicação.
Especialista	Proporciona conhecimento e habilidades. É dedicado e auto-iniciante, apoiando-se na tecnologia para contribuir com o trabalho do grupo.

Quadro 5.2 Características dos Papéis

A estrutura de dados para armazenar as características dos alunos para a formação dos grupos foi constituída a partir de uma matriz tridimensional. Nesta matriz,



cada uma das linhas representa um possível grupo a ser formado. As colunas representam cada um dos alunos do grupo. A terceira dimensão, denominada plano, representa as características individuais de cada aluno (estilos dominantes, sexo, idade e localização geográfica). Esta matriz é demonstrada na Figura 5.3.

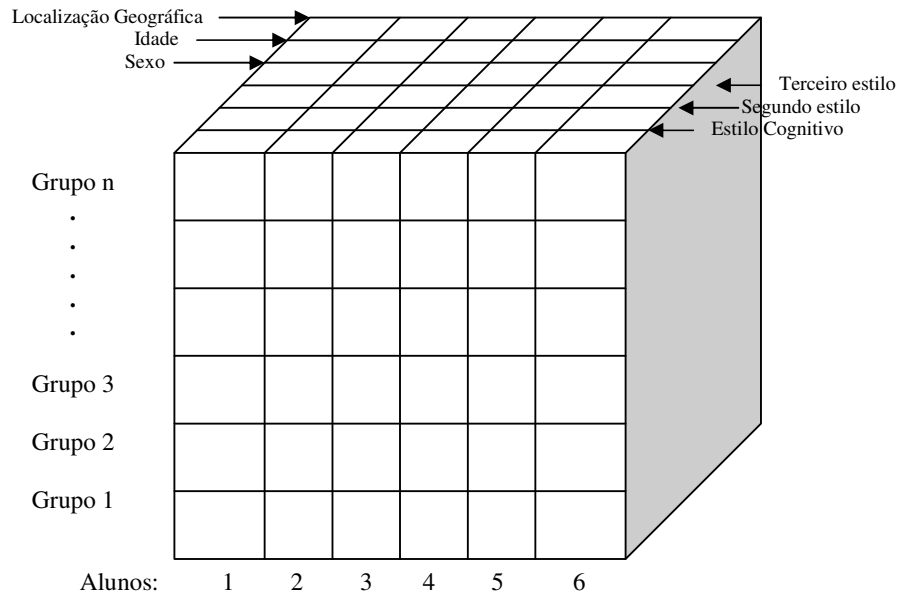


Figura 5.3: Estrutura de Dados para Formação dos Grupos Colaborativos

O agente *forma grupo colaborativo* foi integrado ao ambiente *TelEduc*, utilizando-se a ferramenta *Grupos*. A Figura 5.4 demonstra graficamente, através do Diagrama de Seqüência, o funcionamento e a interação entre os agentes quando ocorre o *login* de um professor no ambiente para realizar a formação de grupos colaborativos. Quando um professor (formador) realiza o *login* no ambiente, o *agente modela aluno* verifica se os alunos inscritos no curso sob responsabilidade deste professor já estão com os perfis definidos. Em caso afirmativo, envia uma mensagem ao *agente forma grupo colaborativo* para que este disponibilize ao professor os critérios para realizar a formação dos grupos.

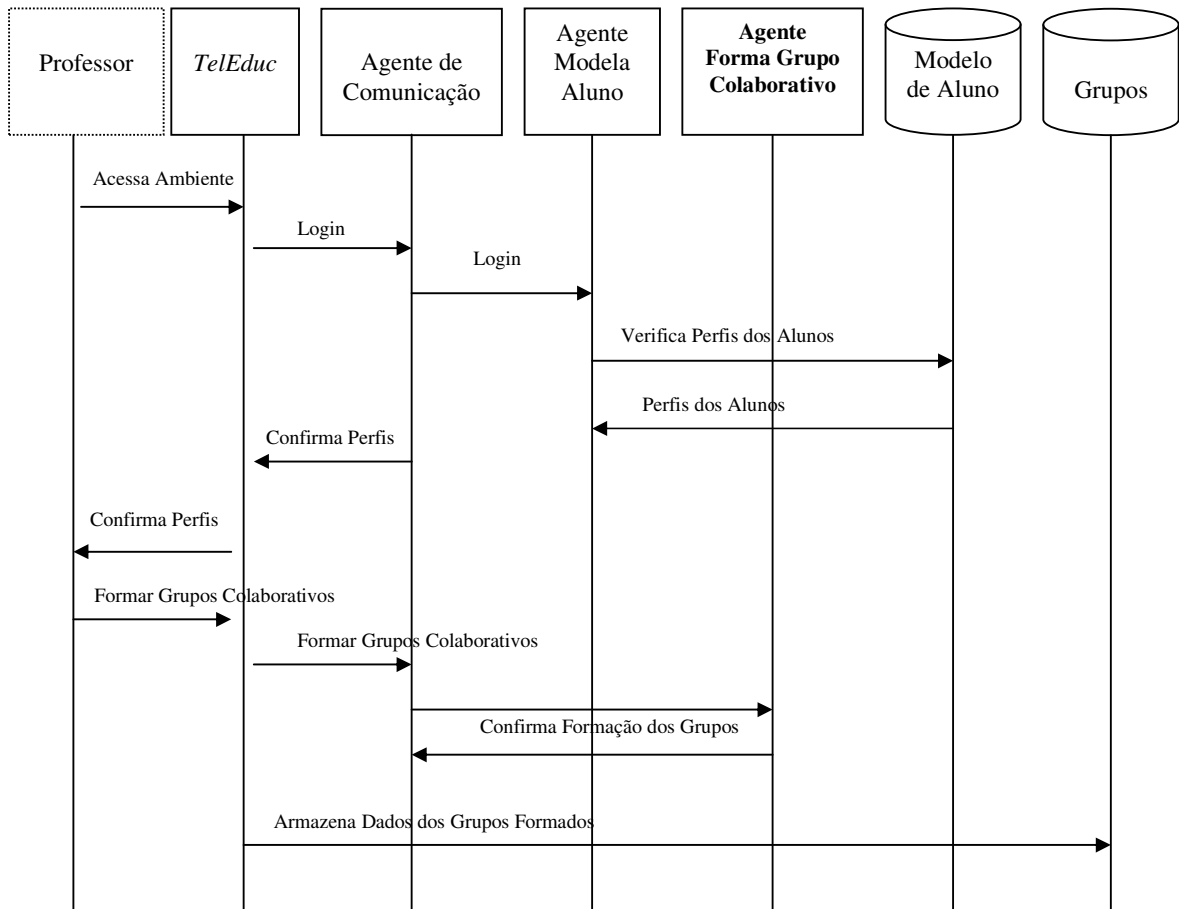


Figura 5.4: Diagrama de Seqüência - *Login* do Professor

Para a integração da arquitetura de agentes ao ambiente *TelEduc* foram necessárias algumas modificações na base de dados e no funcionamento do ambiente *TelEduc*. As principais modificações realizadas foram:

- quando um usuário acessa o ambiente, o *agente de comunicação* verifica seu tipo de usuário. Se for *aluno* aciona o *agente modela aluno*, para que o aluno preencha o questionário que permitirá a identificação do seu estilo cognitivo. Se o usuário for um formador, verifica se é possível realizar a formação dos grupos colaborativos através do algoritmo genético, ou seja, verifica se todos os alunos inscritos no curso já preencheram o perfil;
- inserção dos campos que armazenam os estilos cognitivos preferenciais de cada aluno, na tabela *Usuario* do *TelEduc* (foram inseridos os campos *estilo1*, *estilo2*, *estilo3*, *estilo4*, *estilo5*, e *estilo6*). Cada um dos campos armazena o código correspondente ao estilo cognitivo, sendo que o campo *estilo1* indica o estilo cognitivo preferencial ou dominante. Os códigos armazenados são: 1 – Convergente, 2 – Divergente, 3 – Holista, 4 – Serialista, 5 – Reflexivo e 6 – Impulsivo;
- inserção dos grupos colaborativos formados na tabela *Grupos* do *TelEduc*.

Quando o aluno acessa o ambiente *TelEduc* pela primeira vez é necessário que preencha algumas informações pessoais, através da ferramenta *Perfil*. Ao concluir o preenchimento destas informações, o *agente modela aluno* apresenta um *link* para que o aluno possa responder às questões do instrumento que define o seu estilo cognitivo, segundo os trabalhos de Bariani (1998) e Geller (2004).

A Figura 5.5 apresenta o instrumento elaborado por Bariani (1998) e implementado computacionalmente por Geller (2004). Para a implementação do protótipo aqui apresentado, foram realizadas algumas modificações necessárias para integrá-lo ao ambiente *TelEduc*, principalmente no que diz respeito à apresentação dos resultados, ou seja, os estilos cognitivos dominantes de cada aluno.

**Escala de Avaliação de Estilos Cognitivos**

Leia atentamente as frases apresentadas a seguir e indique se você concorda ou discorda de cada uma delas, e em que grau, ou se não têm opinião a respeito marque a coluna Sem Opinião.

Pergunta	Discordo totalmente	Discordo	Indeciso	Concordo	Concordo totalmente
01. Eu considero difícil criar algo original.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
02. Em muitas situações, eu não sou uma pessoa atenta, porque sou apressado.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
03. Comumente, eu sigo as orientações dadas sem questionar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
04. Eu sou uma pessoa muito atenta e organizada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
05. Em geral eu não costumo pensar muito para distribuir meu tempo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
06. Ao realizar uma tarefa, prefiro usar um processo passo-a-passo, trabalhando com pequenas quantidades de dados de cada vez.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
07. Em geral, eu aceito as regras estabelecidas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
08. Eu dou mais atenção aos pequenos elementos informativos de um material de estudo ou de trabalho.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 5.5: Instrumento para Definição dos Estilos Cognitivos

A Figura 5.6 mostra o resultado da definição dos estilos cognitivos dominantes do aluno, a partir da execução do *agente modela aluno*. Estes estilos são armazenados na tabela *Usuario* da base de dados dos cursos no ambiente *TelEduc*, para posterior formação dos grupos.

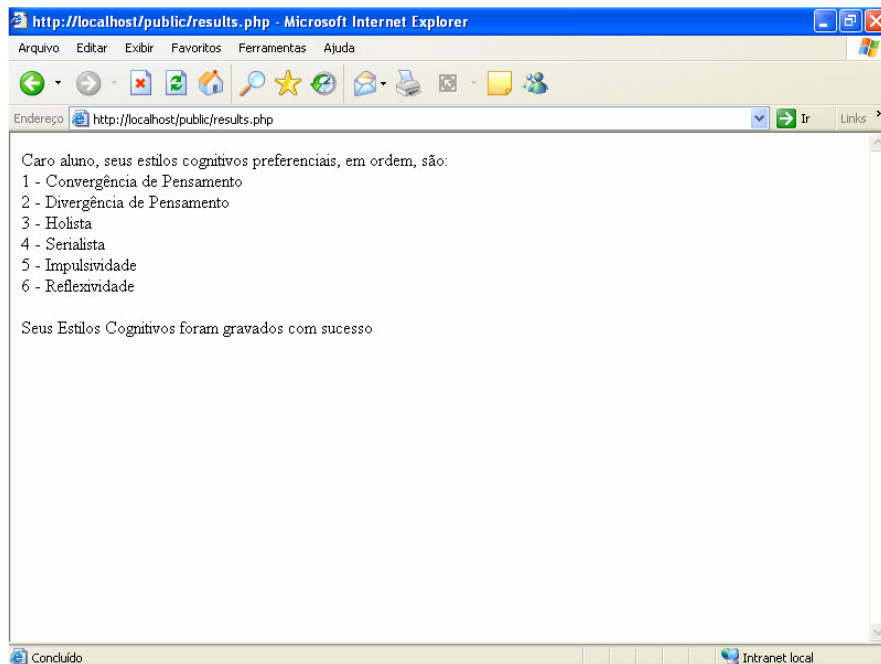


Figura 5.6: Enquadramento nos Estilos Cognitivos

O agente *forma grupo colaborativo* dispara uma página PHP (que contém a implementação do algoritmo genético), passando como parâmetro o código do curso. Através deste código é possível identificar todos os alunos inscritos para o curso. Esta página demonstra ao professor os tipos de grupos que podem ser formados (homogêneos ou heterogêneos) e os critérios que podem ser empregados na sua formação (estilo cognitivo, sexo, faixa etária e localização geográfica). A Figura 5.7 demonstra esta tela.

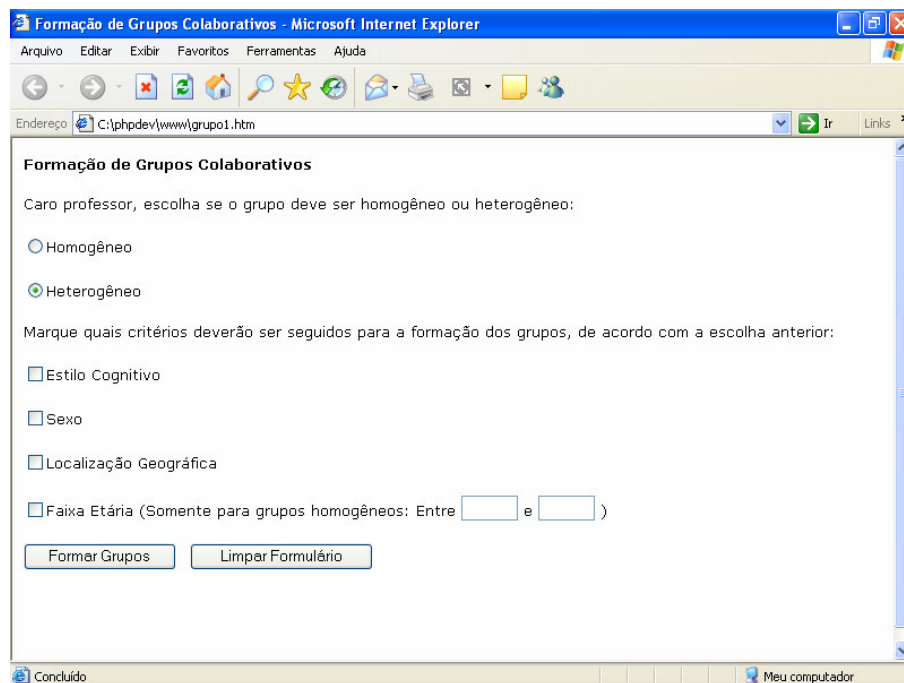


Figura 5.7: Critérios para Formação dos Grupos Colaborativos

A Figura 5.8 demonstra o término da execução do algoritmo genético que estabelece os grupos colaborativos e os papéis de cada componente do grupo do curso em questão. Estes dados ficam armazenados na tabela *Grupos* do *TelEduc*.

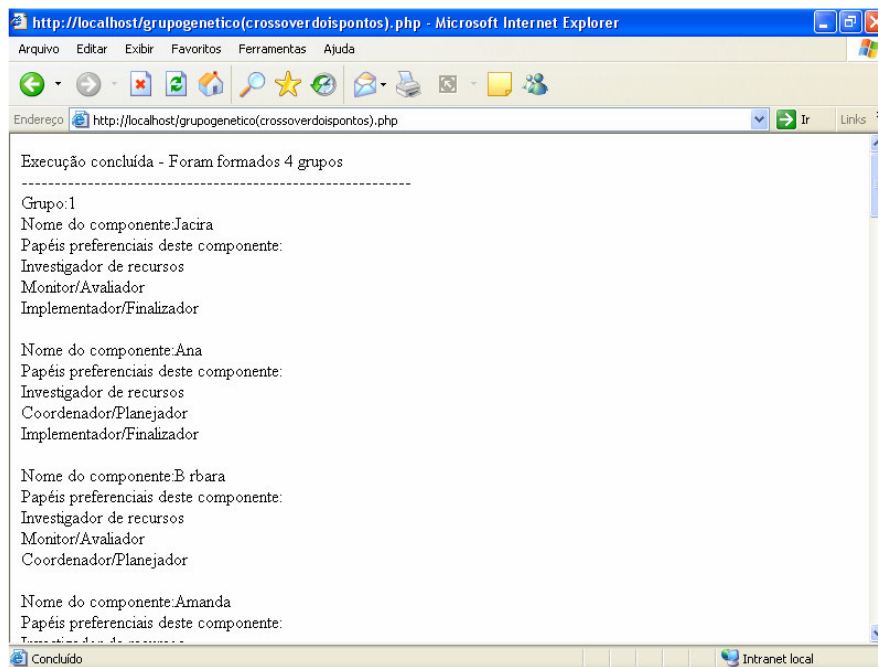


Figura 5.8: Resultados do Algoritmo Genético

Antes da aplicação do algoritmo, o mesmo foi testado, inicialmente com dados fictícios, a partir da geração de uma base de testes. Após o refinamento do algoritmo, foram realizados testes com a base de cursos existentes no servidor do *TelEduc* pertencente ao Projeto AMIA, para identificar o comportamento do algoritmo com cursos que possuíam números de alunos que não fossem múltiplos de seis (6), permitindo a formação de grupos de quatro (4) ou cinco (5) integrantes, quando necessário (números ajustados automaticamente pelo algoritmo).

O próximo capítulo apresenta a validação realizada, através da formação de grupos experimentais e de controle com alunos de cursos superiores da área de Informática, de 3 instituições de ensino superior, visando validar o algoritmo genético proposto.

## 6 VALIDAÇÃO DO ALGORITMO GENÉTICO

Antes de realizar a aplicação da formação de grupos colaborativos proposta, foi realizado um pré-teste, envolvendo os alunos da disciplina de Algoritmos e Programação II, da FACENSA. Este pré-teste serviu para identificar pontos que precisaram ser melhorados para a validação adequada nos demais grupos.

No pré-teste, uma turma de 11 alunos foi dividida em dois grupos. Cada um dos grupos recebeu a tarefa de implementar um programa diferente, seguindo alguns critérios estabelecidos. Estas tarefas são apresentadas no Apêndice C.

No pré-teste, os alunos decidiram a formação dos grupos e a definição dos papéis, a partir dos papéis estabelecidos pelo professor. Cada um dos alunos preencheu o questionário para que fosse possível identificar o seu estilo cognitivo. Os papéis estabelecidos foram:

- Coordenador;
- Planejador;
- Monitor/Avaliador;
- Investigador de Recursos;
- Implementador/Finalizador;
- Especialista.

Segundo os dados obtidos a partir dos trabalhos destes dois grupos e dos estilos cognitivos de seus integrantes, verificou-se que, dos 11 alunos do grupo, 5 deles (45,45%) escolheu um dos papéis de acordo com o seu estilo cognitivo, mesmo sem saberem disso, pois a formação do grupo e a escolha dos papéis foi realizada de forma espontânea pelos alunos. Os estilos cognitivos dos grupos, papéis mais adequados e papéis assumidos pelos integrantes são demonstrados no Apêndice B. Os nomes dos integrantes foram omitidos por questões de sigilo.

A maior dificuldade no desenvolvimento dos trabalhos foi a falta de planejamento e indefinição das tarefas dos integrantes. Mesmo com a definição dos papéis, os alunos tiveram dificuldade em trabalhar em equipe.

Nos dois grupos, os integrantes que mais atuaram foram os que tinham maior domínio do conteúdo necessário para o desenvolvimento do trabalho que era, no caso, o de programação, ou seja, o que mais se destacou foi o conhecimento na linguagem de programação utilizada e não na lógica do sistema implementado.

Como conclusões a partir do pré-teste, observou-se que:

- além de estabelecer os papéis de cada integrante, era preciso definir, com maior clareza, quais as tarefas que cada um dos papéis deveria realizar;
- a tarefa não foi escolhida adequadamente pois, não permitiu o funcionamento adequado da equipe. Segundo Coll, Palacios e Marchesi (1996), “as tarefas mais ‘abertas’– nas quais os participantes devem selecionar a informação relevante e, com várias soluções possíveis, promovem a colaboração e os intercâmbios comunicativos em maior medida que as tarefas mais ‘fechadas’ – com diretrizes e informações claramente especificadas e soluções estabelecidas” (p. 306-307);
- alguns dos papéis propostos têm suas tarefas que se enquadram em mais de um papel, como é o caso dos papéis de coordenador e de planejador;
- nem todos os grupos têm integrante com perfil para preencherem todos os papéis estabelecidos.

Estas conclusões permitiram a readequação das estratégias, para estabelecer os grupos experimentais e de controle e realizar o estudo de caso proposto. As três principais modificações foram: 1) a modificação do estilo do trabalho proposto (deixou de ser um trabalho de implementação e passou a ser um trabalho de construção colaborativo); 2) a junção dos papéis de coordenador e planejador e 3) a definição das tarefas de cada um dos papéis estabelecidos. Foram formados os seguintes grupos:

- grupos formados espontaneamente, com definição de papéis também espontânea, compostos pelos alunos da disciplina de Algoritmos e Programação do UniRitter, totalizando 27 alunos (Grupo Experimental 1);
- grupos formados pelo agente *forma grupo colaborativo*, sem definição de papéis (definição de papéis espontânea), compostos pelos alunos da disciplina de Algoritmos e Programação I da FACENSA, totalizando 16 alunos (Grupo Experimental 2);
- grupos formados pelo agente *forma grupo colaborativo*, com definição automática de papéis, de acordo com os estilos cognitivos dos alunos, compostos pelos alunos da disciplina de Algoritmos e Programação I da ULBRA, totalizando 21 alunos (Grupo de Controle).

Os estilos cognitivos dos grupos, papéis mais adequados e papéis assumidos pelos integrantes são demonstrados nos Apêndices D, E e F, respectivamente. Os nomes dos integrantes foram omitidos por questões de sigilo.

Para os três grupos foi aplicada a mesma atividade, que consistiu em um trabalho de grupo, integrando os conteúdos estudados na disciplina com a realidade do mercado. A partir dos conceitos de programação estudados em aula, os alunos realizaram uma pesquisa sobre uma determinada linguagem de programação (diferente da estudada na disciplina). Além de apresentar informações sobre esta linguagem de programação, os alunos realizaram uma pesquisa de vagas no mercado de trabalho e uma pesquisa com empresas e/ou profissionais atuando na área de desenvolvimento de

sistemas. A íntegra do trabalho é apresentada no Apêndice G. Nos grupos da FACENSA e da ULBRA, os integrantes de cada grupo foram escolhidos de forma automática pelo *agente forma grupo colaborativo*, através da escolha de grupos heterogêneos de acordo com o estilo cognitivo. Esta escolha baseou-se na afirmação de Franco (1995), que coloca que é importante a formação de grupos heterogêneos, para que seja possibilitada a interação entre alunos com diferentes níveis de construção cognitiva e nas afirmações de Barreiros (19??) e Franco (1995), quando afirmam que a heterogeneidade grupal ao nível das aptidões e perfis de personalidade gera mais eficácia que a homogeneidade, pois permite que existam oposições entre os pontos de vista do grupo.

Apenas para detalhar a metodologia aplicada nas disciplinas utilizadas nesta pesquisa, apresenta-se como é realizado o processo de ensino:

- a disciplina ministrada no UniRitter possui 8 créditos (144 horas-aula semestrais) e está posicionada no primeiro semestre do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação. Todas as aulas são práticas, ministradas no laboratório de informática que dispõe de 25 microcomputadores, permitindo que quase todos os alunos possam realizar as atividades de forma individual. Mesmo assim, os trabalhos são realizadas em duplas e, no caso da atividade proposta nesta pesquisa, foram formados grupos de 5 a 6 integrantes. Os alunos iniciam o semestre aprendendo a programar utilizando um ambiente de simulação (AMBAP – Ambiente de Aprendizado de Programação) durante a primeira metade da disciplina. Na segunda metade, aprendem a programar em *Visual Basic.Net*, utilizando o ambiente *Microsoft Visual Studio*;
- a disciplina ministrada na FACENSA possui 4 créditos (72 horas-aula) e está posicionada no primeiro semestre do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação. Todas as aulas são práticas, ministradas no laboratório de informática que dispõe de 30 microcomputadores, permitindo que cada aluno possa trabalhar de forma individual. Mesmo assim, todos os trabalhos são realizados em dupla. Os alunos trabalham, durante todo o semestre, utilizando um ambiente de aprendizado de programação (AMBAP);
- na ULBRA a disciplina possui 4 créditos, que totalizam 68 horas-aula. A turma é heterogênea, pois os alunos são oriundos dos cursos de Tecnologia em Redes de Computadores, Tecnologia em Desenvolvimento de *Software*, Bacharelado em Ciência da Computação, Bacharelado em Matemática Computacional e Bacharelado em Sistemas de Informação. Todas as aulas são práticas, ministradas no laboratório de informática, que dispõe de 20 microcomputadores. Neste caso, os alunos precisam trabalhar, na sua maioria, em dupla. Na primeira metade do semestre é utilizado o ambiente de aprendizado de programação AMBAP e, na segunda metade, a linguagem de programação C.

Nas três disciplinas a metodologia empregada é a *Problem Based Learning*. Segundo esta metodologia, a estratégia de ensino é apresentar aos alunos questões problema.

Mesmo estas disciplinas não sendo ministradas a distância, o trabalho proposto foi realizado como tal. Os alunos apenas realizaram a apresentação do mesmo de forma



presencial. A avaliação dos resultados obtidos foi realizada em dois momentos: 1) avaliação dos resultados do trabalho pelo professor e 2) auto-avaliação do grupo. A avaliação por parte do professor foi baseada nos critérios demonstrados na ficha de avaliação (Quadro 6.1). A forma de avaliação foi baseada na afirmação de Bonals (2003): “podemos avaliar o produto final elaborado pelo grupo, ou ainda aquilo que cada componente aprendeu mediante sua elaboração. Também é possível propor uma auto-avaliação: que o grupo, ou cada integrante, se auto-avalie” (p. 149).

<b>Aspectos que devem ser valorizados</b>	<b>Conceito (Ótimo, Muito Bom, Bom, Regular)</b>	<b>Observações</b>
1. Participação dos componentes do grupo na apresentação do trabalho		
2. Realização de todas as tarefas propostas e/ou justificativas das atividades que não puderam ser realizadas		
3. Inclusão das referências bibliográficas das pesquisas realizadas		
4. Identificação de vagas no mercado de trabalho		
5. Entrevista com um profissional de mercado da área de desenvolvimento de <i>software</i>		
6. <i>Layout</i> da apresentação		
7. Dificuldades encontradas		
8. Comentários pertinentes durante a apresentação		
9. Respostas adequadas aos questionamentos realizados pelo professor durante a apresentação		
10. Outros aspectos		

Quadro 6.1 - Avaliação do Trabalho do Grupo (Avaliação do Professor)

A auto-avaliação do grupo foi baseada nos critérios propostos por Bonals (2003), a partir da ficha demonstrada no Quadro 6.2.

<b>Aspectos que devem ser valorizados</b>	<b>Auto-avaliação (Ótimo, Muito Bom, Bom, Regular)</b>	<b>Comentários</b>
1. Participamos de forma homogênea na realização do trabalho		
2. Trabalhamos de forma adequada, dividindo as tarefas		
3. Entendemo-nos bem no grupo de trabalho		
4. Possibilitamos a integração entre os colegas do grupo		
5. Utilizamos os recursos da Internet para nos comunicarmos (ex.: e-mail)		
6. Auxiliamos uns aos outros na elaboração do trabalho		
7. Respeitamos os prazos estabelecidos para a realização das tarefas		
8. Respeitamos os critérios estabelecidos para a realização das tarefas		
9. Outros aspectos		

Quadro 6.2: Avaliação do Trabalho do Grupo (Auto-Avaliação)

## 6.1 Resultados do Grupo de Experimental 1

O grupo experimental formado pela turma da disciplina de Algoritmos e Programação do UniRitter foi composto por 27 alunos, divididos em 5 grupos. A divisão dos grupos e a escolha dos papéis foi realizada de forma espontânea, pelos próprios alunos.

O trabalho, realizado de forma colaborativa/cooperativa a distância, foi apresentado, presencialmente pelos grupos no dia 28 de junho de 2005. Os grupos receberam trabalhos iguais (conforme Apêndice G), visando estudar uma linguagem de programação, escolhida pelo grupo, e as suas possibilidades no mercado de trabalho. Os grupos estudaram, respectivamente, as seguintes linguagens de programação: grupos 1 e 5 - PHP, grupo 2 - Java, grupo 3 - PL/SQL e grupo 4 - Delphi. Dos 27 alunos, 18 escolheram papéis compreendidos por seus estilos cognitivos dominantes, representando 66,66%, como mostram as informações do Apêndice D.

A partir da auto-avaliação dos grupos foram obtidos os resultados demonstrados no Quadro 6.3 (considerando 19 alunos que entregaram a ficha de avaliação, sendo que uma ficha foi entregue em branco).

Aspectos	Ótimo	Muito Bom	Bom	Regular
1. Participamos de forma homogênea na realização do trabalho	1 5,56%	4 22,22%	7 38,89%	6 33,33%
2. Trabalhamos de forma adequada, dividindo as tarefas	4 22,22%	1 5,56%	9 50%	4 22,22%
3. Entendemo-nos bem no grupo de trabalho	4 22,22%	5 27,78%	7 38,89%	2 11,11%
4. Possibilitamos a integração entre os colegas do grupo	4 22,22%	6 33,33%	5 27,78%	3 16,67%
5. Utilizamos os recursos da Internet para nos comunicarmos	10 55,55%	3 16,67%	5 27,78%	0 0%
6. Auxiliamos uns aos outros na elaboração do trabalho	3 16,66%	3 16,66%	7 38,89%	5 27,78%
7. Respeitamos os prazos estabelecidos para a realização das tarefas	6 33,33%	1 5,56%	6 33,33%	5 27,78%
8. Respeitamos os critérios estabelecidos para a realização das tarefas	2 11,11%	6 33,33%	7 38,89%	3 16,66%

Quadro 6.3: Avaliação do Trabalho do Grupo (Auto-Avaliação) – UniRitter

Analisando os dados apresentados no Quadro 6.3, vê-se um alto percentual de respostas *bom* e *regular*. Além disso, 50% dos alunos atribuiu o conceito *bom* à divisão de tarefas realizadas. Somando-se ao conceito *regular*, obtém-se 72,22% dos alunos. Outro dado importante a ser destacado é que apenas o aspecto 5 (utilização dos recursos de Internet para comunicação) teve um percentual predominante de conceitos *Ótimo* ou *Muito Bom*. Estes percentuais demonstram que os grupos não foram formados adequadamente, o que é comprovado pelo fato de que dos 5 grupos, apenas 3 apresentaram o trabalho. Além disso, os seguintes comentários, realizados pelos alunos em sua auto-avaliação, reforçam esta afirmativa:

- “nem todos os participantes fizeram a sua parte”;
- “não teve integração”;
- “só alguns componentes participaram”;
- “...falta de comunicação e interesse de alguns componentes do grupo”;
- “em nosso grupo houve pouca integração...”;
- “alguns alunos não se interessaram no trabalho”.

Acredita-se que a divisão das tarefas (indicação dos papéis) poderia ter auxiliado na elevação dos conceitos apresentados nos aspectos 1 e 2, caso os grupos tivessem sido formados pelo *agente forma grupo colaborativo*. A avaliação realizada pelo professor é demonstrada no Quadro 6.4.

Aspectos	Grupo A	Grupo B	Grupo C
1. Participação dos componentes do grupo na apresentação do trabalho	Muito Bom	Muito Bom	Regular
2. Realização de todas as tarefas propostas e/ou justificativas das atividades que não puderam ser realizadas	Bom	Muito Bom	Bom
3. Inclusão das referências bibliográficas das pesquisas realizadas	Ótimo	Ótimo	Ótimo
4. Identificação de vagas no mercado de trabalho	Bom	Regular	Regular
5. Entrevista com um profissional de mercado da área de desenvolvimento de <i>software</i>	Ótimo	Ótimo	Ótimo
6. <i>Layout</i> da apresentação	Muito Bom	Ótimo	Ótimo
7. Dificuldades encontradas	Bom	Muito Bom	Bom
8. Comentários pertinentes durante a apresentação	Regular	Muito Bom	Bom
9. Respostas adequadas aos questionamentos realizados pelo professor durante a apresentação	Bom	Muito Bom	Bom

Quadro 6.4 - Avaliação do Trabalho do Grupo (Avaliação do Professor) – UniRitter

Além do fato de nem todos os grupos terem apresentado o trabalho proposto, a avaliação realizada pelo professor também apresenta um número reduzido de conceitos *Ótimo*, ressaltando-se o fato de um dos grupos que apresentou o trabalho não contar com todos os integrantes no momento da apresentação – conceito *Regular*.

## 6.2 Resultados do Grupo Experimental 2

O grupo experimental formado pela turma da disciplina de Algoritmos e Programação I da FACENSA foi composto por 16 alunos, divididos em 4 grupos com 4 integrantes cada um. Os grupos estudaram as seguintes linguagens de programação: grupo 1 – Delphi, grupo 2 – PHP, grupo 3 – Visual Basic e grupo 4 – Java.

A divisão dos grupos foi realizada automaticamente, através do algoritmo genético, no dia 26 de abril de 2005. A formação dos grupos foi realizada de forma heterogênea, através do critério *estilo cognitivo*.

O trabalho, realizado de forma colaborativa/cooperativa a distância, foi apresentado, presencialmente pelos grupos no dia 07 de junho de 2005. Os grupos receberam trabalhos iguais (conforme Apêndice G), visando estudar uma linguagem de programação, escolhida pelo grupo, e as suas possibilidades no mercado de trabalho.

Os grupos foram formados pelo algoritmo genético mas, o papel dos integrantes foi escolhido livremente, através de acordo e/ou afinidade com os papéis e tarefas estabelecidas. Os estilos cognitivos dominantes e os papéis mais adequados foram gerados pelo agente *modela aluno*, a partir do questionário respondido pelos alunos no ambiente *TelEduc*. Apesar do agente apresentar ao professor os papéis mais adequados para cada aluno (conforme Apêndice E), neste grupo os alunos escolheram o papel que desejavam desempenhar.

Dos 16 alunos integrantes da disciplina de Algoritmos e Programação I da FACENSA, 7 alunos (além de mais um aluno que tinha os estilos cognitivos combinados), escolheu um papel adequado ao seu estilo, representando 43,75%.

A partir da auto-avaliação dos grupos foram obtidos os resultados apresentados no Quadro 6.5 (considerando 15 alunos que entregaram a ficha de avaliação).

Aspectos	Ótimo	Muito Bom	Bom	Regular
1. Participamos de forma homogênea na realização do trabalho	1 6,67%	1 6,67%	11 73,33%	2 13,33%
2. Trabalhamos de forma adequada, dividindo as tarefas	2 13,33%	2 13,33%	10 66,66%	1 6,67%
3. Entendemo-nos bem no grupo de trabalho	8 53,33%	4 26,67%	3 20%	0 0%
4. Possibilitamos a integração entre os colegas do grupo	4 26,67%	4 26,67%	6 40%	1 6,67%
5. Utilizamos os recursos da Internet para nos comunicarmos	10 66,67%	2 13,33%	3 20%	0 0%
6. Auxiliamos uns aos outros na elaboração do trabalho	4 26,67%	0 0%	10 66,66%	1 6,67%
7. Respeitamos os prazos estabelecidos para a realização das tarefas	9 60%	1 6,67%	5 33,33%	0 0%
8. Respeitamos os critérios estabelecidos para a realização das tarefas	5 33,33%	3 20%	5 33,33%	2 13,33%

Quadro 6.5: Avaliação do Trabalho do Grupo (Auto-Avaliação) – FACENSA

Analisando os dados do Quadro 6.5, vê-se que 73,33% dos alunos atribuiu o conceito *bom* à participação na realização do trabalho, 53,33% considerou *ótimo* o entendimento entre os integrantes do grupo, 66,67% considerou *bom* o auxílio entre os colegas do grupo e 60% afirmou que os prazos estabelecidos foram cumpridos de forma adequada. Como pontos fortes do trabalho (conforme percentuais de conceitos *Ótimo* e *Muito Bom*), destacam-se: 1) entendimento entre os integrantes, 2) utilização dos recursos da Internet para comunicação, 3) cumprimento dos prazos estabelecidos e 4) respeito aos critérios estabelecidos para o trabalho. Como pontos fracos (predominância de conceitos *Bom* e *Regular*) destacam-se: 1) participação dos componentes de forma homogênea, 2) divisão adequada das tarefas e 3) auxílios aos colegas do grupo.

O grupo destacou pontos positivos na realização do trabalho, como pode-se confirmar a partir dos comentários apresentados nas fichas de auto-avaliação:

- “o trabalho foi muito bom, atividades como esta devem ser repetidas mais vezes”;
- “...bastante interessante a realização de trabalhos em grupo, é muito válida a experiência”;
- “o grupo estava sempre aberto a ajudar os colegas”.

Com relação à avaliação realizada pelo professor, os 4 (quatro) grupos apresentaram o trabalho. A avaliação é demonstrada no Quadro 6.6.

Aspectos	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
1. Participação dos componentes do grupo na apresentação do trabalho	Bom	Ótimo	Ótimo	Muito Bom
2. Realização de todas as tarefas propostas e/ou justificativas das atividades que não puderam ser realizadas	Muito Bom	Ótimo	Ótimo	Muito Bom
3. Inclusão das referências bibliográficas das pesquisas realizadas	Regular	Muito Bom	Muito Bom	Ótimo
4. Identificação de vagas no mercado de trabalho	Bom	Muito Bom	Ótimo	Ótimo
5. Entrevista com um profissional de mercado da área de desenvolvimento de <i>software</i>	Bom	Ótimo	Ótimo	Ótimo
6. <i>Layout</i> da apresentação	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom
7. Dificuldades encontradas	Bom	Bom	Muito Bom	Bom
8. Comentários pertinentes durante a apresentação	Regular	Ótimo	Ótimo	Muito Bom
9. Respostas adequadas aos questionamentos realizados pelo professor durante a apresentação	Bom	Ótimo	Ótimo	Muito Bom

Quadro 6.6: Avaliação do Trabalho do Grupo (Avaliação do Professor) – FACENSA

Analisando os resultados apresentados nos Quadros 6.5 e 6.6 vê-se uma melhora significativa nos conceitos, tanto na auto-avaliação quanto na avaliação realizada pelo professor, comparando-se aos resultados do primeiro grupo (UniRitter). Esta melhora, principalmente no que diz respeito à auto-avaliação do grupo pode ser atribuída à formação adequada dos grupos (através do agente *forma grupo colaborativo*). Esta afirmativa é reforçada pelo fato de que todos os grupos apresentaram efetivamente o trabalho, além de todos os alunos terem comparecido à apresentação (presencial).

### 6.3 Resultados do Grupo de Controle

O grupo de controle formado pela turma da disciplina de Algoritmos e Programação I da ULBRA foi composto por 21 alunos, divididos em 4 grupos, sendo 3 grupos com 5 integrantes e 1 grupo com 6 integrantes. A divisão dos grupos, bem como a definição dos papéis, foi realizada automaticamente, através do algoritmo genético, no dia 06 de maio de 2005. A formação dos grupos foi realizada de forma heterogênea, através do critério *estilo cognitivo*. Os dados referentes aos grupos são apresentados no Apêndice F.

O trabalho, realizado de forma colaborativa/cooperativa a distância, foi apresentado, presencialmente, pelos grupos no dia 17 de junho de 2005. Os grupos receberam trabalhos iguais (conforme Apêndice G), visando estudar uma linguagem de programação, escolhida pelo grupo, e as suas possibilidades no mercado de trabalho.

A partir da auto-avaliação dos grupos foram obtidos os resultados demonstrados no Quadro 6.7 (considerando 16 alunos que entregaram a ficha de avaliação).

Aspectos	Ótimo	Muito Bom	Bom	Regular
1. Participamos de forma homogênea na realização do trabalho	6 37,5%	5 31,25%	5 31,25%	0 0%
2. Trabalhamos de forma adequada, dividindo as tarefas	7 43,75%	6 37,5%	1 6,25%	2 12,5%
3. Entendemo-nos bem no grupo de trabalho	10 62,5%	2 12,5%	3 18,75%	1 6,25%
4. Possibilitamos a integração entre os colegas do grupo	9 56,25%	5 31,25%	1 6,25%	1 6,25%
5. Utilizamos os recursos da Internet para nos comunicarmos	14 87,5%	0 0%	2 12,5%	0 0%
6. Auxiliamos uns aos outros na elaboração do trabalho	6 37,5%	6 37,5%	2 12,5%	2 12,5%
7. Respeitamos os prazos estabelecidos para a realização das tarefas	8 50%	4 25%	2 12,5%	2 12,5%
8. Respeitamos os critérios estabelecidos para a realização das tarefas	8 50%	4 25%	3 18,75%	1 6,25%

Quadro 6.7: Avaliação do Trabalho do Grupo (Auto-Avaliação) – ULBRA

Analisando os dados do Quadro 6.7 vê-se que os maiores percentuais indicam conceitos *Ótimo* e *Muito Bom* na avaliação (somando-se os percentuais, o menor foi de 68,75%), corroborando a formação dos grupos, realizada de forma automática pelo agente implementado, ou seja, não foram detectados aspectos com conceitos predominante fracos (*Bom* ou *Regular*) como nos outros dois grupos experimentais. Esta afirmação é confirmada pelos comentários dos alunos:

- “*todos foram bastante responsáveis, dispensando muita ajuda*”;
- “*união do grupo, excelente organização*”;
- “*participação de todos*”.

Com relação à avaliação realizada pelo professor, os 4 (quatro) grupos apresentaram o trabalho. A avaliação é demonstrada no Quadro 6.8.

Aspectos	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
1. Participação dos componentes do grupo na apresentação do trabalho	Ótimo	Ótimo	Regular	Ótimo
2. Realização de todas as tarefas propostas e/ou justificativas das atividades que não puderam ser realizadas	Ótimo	Ótimo	Muito Bom	Ótimo
3. Inclusão das referências bibliográficas das pesquisas realizadas	Ótimo	Ótimo	Bom	Ótimo
4. Identificação de vagas no mercado de trabalho	Ótimo	Bom	Ótimo	Ótimo
5. Entrevista com um profissional de mercado da área de desenvolvimento de <i>software</i>	Ótimo	Ótimo	Bom	Ótimo
6. <i>Layout</i> da apresentação	Muito Bom	Muito Bom	Bom	Muito Bom
7. Dificuldades encontradas	Muito Bom	Bom	Bom	Muito Bom
8. Comentários pertinentes durante a apresentação	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo
9. Respostas adequadas aos questionamentos realizados pelo professor durante a apresentação	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Ótimo

Quadro 6.8: Avaliação do Trabalho do Grupo (Avaliação do Professor) – ULBRA

A avaliação realizada pelo professor também confirma o bom desempenho da formação dos grupos, através do elevado número de conceitos *Ótimo* ou *Muito Bom*, na grande maioria dos aspectos avaliados. Apenas um dos grupos teve um número maior de conceitos *Bom* e um conceito *Regular*, devido à ausência de um dos membros do grupo durante a apresentação presencial. Cabe destacar que estes grupos, além de terem sido formados automaticamente pelo agente *forma grupo colaborativo* também tiveram os papéis de seus integrantes definidos pelo agente.

#### 6.4 Comparação entre os Grupos Experimentais e de Controle

Através de uma análise comparativa dos resultados obtidos na observação dos grupos experimentais e de controle, pôde-se concluir que o algoritmo proposto para a formação de grupos colaborativos permitiu a realização de um trabalho mais adequado do que a formação espontânea ou aleatória, como demonstram os resultados da auto-avaliação e da avaliação do professor. Os resultados dos grupos da FACENSA e da ULBRA, cujos grupos foram formados pelo agente foram muito superiores aos dos grupos estabelecidos de forma aleatória no UniRitter. Além disso, os resultados dos grupos da ULBRA sobressairam-se aos resultados da FACENSA (os grupos da ULBRA também tiveram o papel de cada integrante definido pelo agente). Estes dados são demonstrados, comparativamente, nos Quadros 6.9 e 6.10, considerando-se os conceitos *Ótimo* e *Muito Bom*.



Aspectos	UniRitter				FACENSA				ULBRA			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Participamos de forma homogênea na realização do trabalho	1 5,56 %	4 22,22 %	7 38,89 %	6 33,33 %	1 6,67 %	1 6,67 %	11 73,33 %	2 13,33 %	6 37,5 %	5 31,25 %	5 31,25 %	0 0%
2. Trabalhamos de forma adequada, dividindo as tarefas	4 22,2 2%	1 5,56 %	9 50%	4 22,22 %	2 13,33 %	2 13,33 %	10 66,67 %	1 6,67 %	7 43,75 %	6 37,5 %	1 6,25 %	2 12,5 %
3. Entendemo-nos bem no grupo de trabalho	4 22,2 2%	5 27,78 %	7 38,89 %	2 11,11 %	8 53,33 %	4 26,67 %	3 20%	0 0%	10 62,5 %	2 12,5 %	3 18,75 %	1 6,25 %
4. Possibilitamos a integração entre os colegas do grupo	4 22,2 2%	6 33,33 %	5 27,78 %	3 16,67 %	4 26,67 %	4 26,67 %	6 40%	1 6,66 %	9 56,25 %	5 31,25 %	1 6,25 %	1 6,25 %
5. Utilizamos os recursos da Internet para nos comunicarmos	10 55,5 5%	3 16,67 %	5 27,78 %	0 0%	10 66,67 %	2 13,33 %	3 20%	0 0%	14 87,5 %	0 0%	2 12,5 %	0 0%
6. Auxiliamos uns aos outros na elaboração do trabalho	3 16,6 6%	3 16,66 %	7 38,89 %	5 27,78 %	4 26,67 %	0 0%	10 66,66 %	1 6,67 %	6 37,5 %	6 37,5 %	2 12,5 %	2 12,5 %
7. Respeitamos os prazos estabelecidos para a realização das tarefas	6 33,3 3%	1 5,56 %	6 33,33 %	5 27,78 %	9 60%	1 6,67 %	5 33,33 %	0 0%	8 50%	4 25%	2 12,5 %	2 12,5 %
8. Respeitamos os critérios estabelecidos para a realização das tarefas	2 11,1 1%	6 33,33 %	7 38,89 %	3 16,66 %	5 33,33 %	3 20%	5 33,33 %	2 13,33 %	8 50%	4 25%	3 18,75 %	1 6,25 %

Legenda: 1) Ótimo, 2) Muito Bom, 3) Bom, 4) Regular.

Quadro 6.9: Avaliação do Trabalho do Grupo (Auto-Avaliação) - Comparação

Aspectos	UniRitter*				FACENSA				ULBRA			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Participação dos componentes do grupo na apresentação do trabalho	0 0%	2 66,66 %	0 0%	1 33,34 %	2 50%	1 25%	1 25%	0 0%	3 75%	0 0%	0 0%	1 25%
2. Realização de todas as tarefas propostas e/ou justificativas das atividades que não puderam ser realizadas	0 0%	1 33,34 %	2 66,66 %	0 0%	2 50%	2 50%	0 0%	0 0%	3 75%	1 25%	0 0%	0 0%
3. Inclusão das referências bibliográficas das pesquisas realizadas	3 100 %	0 0%	0 0%	0 0%	1 25%	2 50%	0 0%	1 25%	3 75%	0 0%	1 25%	0 0%
4. Identificação de vagas no mercado de trabalho	0 0%	0 0%	1 33,34 %	2 66,66 %	2 50%	1 25%	1 25%	0 0%	3 75%	0 0%	1 25%	0 0%
5. Entrevista com um profissional de mercado da área de desenvolvimento de <i>software</i>	3 100 %	0 0%	0 0%	0 0%	3 75%	0 0%	1 25%	0 0%	3 75%	0 0%	1 25%	0 0%
6. <i>Layout</i> da apresentação	2 66,66 %	1 33,34 %	0 0%	0 0%	0 0%	4 100 %	0 0%	0 0%	0 0%	3 75%	1 25%	0 0%
7. Dificuldades encontradas	0 0%	1 33,34 %	2 66,66 %	0 0%	0 0%	1 25%	3 75%	0 0%	0 0%	2 50%	2 50%	0 0%
8. Comentários pertinentes durante a apresentação	0 0%	1 33,34 %	1 33,34 %	1 33,34 %	2 50%	1 25%	0 0%	1 25%	4 100 %	0 0%	0 0%	0 0%
9. Respostas adequadas aos questionamentos realizados pelo professor durante a apresentação	0 0%	1 33,34 %	2 66,66 %	0 0%	2 50%	1 25%	1 25%	0 0%	4 100 %	0 0%	0 0%	0 0%

\*Cabe lembrar que, dos 5 grupos do UniRitter, apenas 3 apresentaram o trabalho proposto.  
Legenda: 1) Ótimo, 2) Muito Bom, 3) Bom, 4) Regular.

Quadro 6.10: Avaliação do Trabalho do Grupo (Avaliação do Professor) - Comparação

Com relação aos papéis definidos para os membros do grupo, Moscovici (1997), afirma que “a competência interpessoal dos membros do grupo é desenvolvida à medida que eles se conscientizam da variedade de papéis exigidos para o desempenho global do grupo (...)”. Lane & Godo (1994) afirmam que “a função do grupo é definir papéis e, conseqüentemente, a identidade social dos indivíduos (...)”. Estas afirmações, aliadas à utilização dos estilos cognitivos dos alunos, permitem a formação de grupos mais coesos, que podem influenciar na qualidade da aprendizagem, além de fortalecer a idéia do trabalho em equipe, tão necessária nos dias atuais, tanto no meio acadêmico como no mundo do trabalho, como coloca Straus (2003): “Pessoas de praticamente todas as profissões e níveis sociais precisam utilizar a *colaboração* no trabalho e nos processos decisórios. A colaboração é necessária em todos os níveis organizacionais, em todos os tipos de organização (...)” (p. 19).

Campos (2003) coloca que “ambientes cooperativos são potencialmente caóticos. Vários usuários criam oportunidades para a cooperação e interações valiosas e inesperadas podem ocorrer. (...) Porém, existe a necessidade de um certo direcionamento para que o objetivo principal, a realização de uma atividade, seja garantido. A definição de papéis é uma das possibilidades de prover direcionamento ao trabalho” (p. 81).

O próximo capítulo apresenta as considerações finais do trabalho proposto, analisando os objetivos alcançados e os resultados obtidos com a validação realizada a partir da observação dos grupos experimentais e de controle.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho proposto não pretendeu realizar a comparação entre os algoritmos genéticos e outras técnicas possíveis de otimização. Os algoritmos genéticos buscam uma solução ótima, partindo de várias soluções simultaneamente, enquanto que os métodos clássicos de otimização efetuam a busca voltados a uma única solução a cada instante. Isto permite que se encontre a melhor solução ótima dentre todas as possíveis soluções. Além disso, os algoritmos genéticos, por utilizarem os princípios da evolução e da genética, são capazes de direcionar suas buscas de uma maneira mais eficiente do que um processo aleatório. O problema da formação dos grupos é considerado de escalonamento, apresentando grande dificuldade em seu tratamento principalmente por 1) pertencerem à classe de problemas NP completo, ou seja, a partir de um tamanho razoável dos dados de entrada torna-se impossível explorar todo o espaço de busca e 2) devem levar em conta restrições que com frequência estão fortemente vinculadas ao conhecimento específico do domínio no qual estão inseridas. Estas afirmações justificam a escolha da técnica aplicada para a formação de grupos neste trabalho.

Neste ponto cabe revisitar o problema e a hipótese da tese aqui apresentada: *Problema:* A partir dos estilos cognitivos compreendidos pelo modelo de aluno, como formar grupos colaborativos estabelecendo os papéis que os indivíduos desempenharão, através de uma arquitetura de agentes integrada a um ambiente de Educação a Distância via *web*? *Hipótese:* Através de uma arquitetura que utiliza técnicas computacionais de Inteligência Artificial, é possível realizar a formação de grupos colaborativos, permitindo a definição dos papéis dos componentes do mesmo. Ao concluir o trabalho proposto, confirmou-se a hipótese de que, através da utilização de um agente modelado com algoritmos genéticos, é possível formar grupos colaborativos em cursos a distância via *web*, de acordo com os estilos de aprendizagem dos alunos, considerando-se o estudo de caso apresentado no capítulo 6. Além da comprovação da hipótese apresentada, cabe destacar que os objetivos foram alcançados na sua totalidade.

Como coloca Lima (2005 et al), o estudo de caso realizado comprovou que a distribuição adequada dos aprendizes em grupos pode afetar diretamente no seu desempenho, o que torna a tarefa de divisão dos alunos em grupos de extrema importância durante o processo de ensino e aprendizagem. A confirmação da hipótese se dá através dos resultado do estudo de caso realizado. Os resultados demonstraram que os grupos que tiveram a aplicação do agente *forma grupo colaborativo* obtiveram um desempenho superior ao grupo que realizou o agrupamento de forma aleatória.

Além disso, o grupo de controle, no qual os alunos assumiram os papéis também estabelecidos pelo agente *forma grupo colaborativo* teve um desempenho significativamente superior aos demais grupos.

Ademais, a participação em trabalhos de grupo possibilita o crescimento intelectual dos alunos. Esta afirmação baseia-se na proposta de Vygotsky, quando coloca a existência da *zona de desenvolvimento proximal* (Baquero, 1998). Conforme Vygostky (apud Coll, Palacios e Marchesi, 1996), “Frequentemente, as pessoas são capazes de resolver problemas ou de efetuar aprendizagens novas quando contam com a ajuda de nossos semelhantes, porém não conseguem abordar com êxito estas mesmas tarefas, quando dispõem unicamente de seus próprios meios. A zona de desenvolvimento próximo é a diferença existente entre o que uma pessoa pode fazer ou aprender por si só, sem ajuda de ninguém – nível de desenvolvimento atual – e o que pode fazer ou conhecer com a ajuda de outras pessoas – nível de desenvolvimento potencial. O que, em princípio, é somente uma potencialidade, gerada pela inter-relação com outras pessoas, passa posteriormente a fazer parte do nível de desenvolvimento atual, mediante um processo de interiorização” (p. 312-313). Salvador (1994) afirma que as relações entre os alunos incidem de forma decisiva sobre aspectos que envolvem o processo de socialização em geral, aquisição de aptidões e habilidades, controle da agressividade, adaptação às normas estabelecidas, superação do egocentrismo, relativização progressiva do ponto de vistas próprio e o desempenho nas atividades acadêmicas. Todos estes aspectos confirmam a validade da realização de trabalhos de grupo.

Nos ambientes virtuais de EaD, os alunos, na maioria das vezes, não se conhecem pessoalmente e/ou não se encontram de forma presencial mas, a cooperação/colaboração continua sendo importante para o estabelecimento das relações sociais. Os recursos tecnológicos tendem a aproximar as pessoas e não separá-las, ao contrário do que se possa pensar, como é o caso dos telefones celulares, um recurso tecnológico tão utilizado atualmente, para facilitar a comunicação e a aproximação das pessoas.

Como trabalhos futuros cita-se a possibilidade de adaptar os materiais dos cursos a distância de acordo com os estilos cognitivos de cada grupo, utilizando os recursos da hipermídia adaptativa. Os Sistemas Hipermídia Adaptativos (SHA) constroem um modelo dos objetivos, preferências e conhecimento dos indivíduos (alunos e/ou usuários) e utilizam estas informações e também informações relacionadas à interação com o sistema para adaptar o conteúdo de acordo com o usuário (Brusilovsky, 1996, Brusilovsky, 2002), no caso do trabalho proposto, de acordo com o grupo de usuários – alunos do curso em questão.

O trabalho foi divulgado e apresentado em inúmeros eventos científicos, além de estar relacionado a trabalhos de conclusão de curso na área de Informática (conforme dados apresentados no Apêndice H).

Encerrando este trabalho apresentam-se as referências bibliográficas consultadas para o seu desenvolvimento e as informações referentes ao estudo de caso, nos apêndices. O Apêndice A apresenta as autorizações das instituições participantes do estudo de caso (FACENSA, ULBRA e UniRitter). O Apêndice B apresenta os dados dos grupos formados na disciplina de Algoritmos e Programação II da FACENSA. O Apêndice C apresenta os trabalhos práticos que foram aplicados no pré-teste. Os Apêndices D, E e F apresentam, respectivamente, os dados referentes aos grupos de experimentais e de controle formados no UniRitter, FACENSA e ULBRA. O Apêndice G apresenta a descrição do trabalho prático realizado pelos grupos que participaram do

estudo de caso. Finalizando o volume, o Apêndice H apresenta a produção científica relacionada ao trabalho apresentado nesta tese.

Acredita-se que os critérios estabelecidos para a formação dos grupos e o algoritmo implementado no agente *forma grupo colaborativo* possa ser empregado na formação de grupos colaborativos em outros contextos, não só em cursos da área de Informática (como no estudo de caso realizado) mas, em cursos de outras áreas do conhecimento e também em treinamentos voltados a empresas.

## REFERÊNCIAS

- ACTIVE WORLDS INC. **Active Worlds.** Disponível em: <<http://www.activeworlds.com>>. Acesso em: abr. 2001.
- ANTUNES, C. **Técnicas Pedagógicas de Dinâmica de Grupo.** São Paulo: Ed. do Brasil, 1970.
- AKHRAS, F.; SELF, J. From the Process of Instruction to the Process of Learning: Constructivist Implications for the Design of Intelligent Learning Environments. In: EUROPEAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION, 1996, Lisboa. **Proceedings...** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.
- ALVES, A. S.; PASQUARELI, M. A. N. **Inteligência Artificial e Redes Neurais.** Disponível em: <<http://ai.freeshell.org/iaern.html>>. Acesso em: set. 2001.
- BAQUERO, R. **Vygostky e a Aprendizagem Escolar.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- BARBOSA, H. J. C. Algoritmos genéticos para otimização em engenharia: uma introdução. In: SEMINÁRIO SOBRE ELEMENTOS FINITOS E MÉTODOS NUMÉRICOS EM ENGENHARIA, 4., 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: UFJF: 1996.
- BARIANI, I. C. D. **Estilos Cognitivos de Universitários e Iniciação Científica.** 1998. Tese (Doutorado) – Unicamp, Campinas.
- BARES, W. H.; ZETTLEMOYER, L. S.; LESTER, J. C. Habitable 3D Learning Environments for Situated Learning. In: INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS – ITS'98, 1998, San Antonio. **Proceedings...**
- BARONE, D. A. C. et al. **Sociedades Artificiais: a Nova Fronteira da Inteligência nas Máquinas.** Porto Alegre: Bookman, 2003.
- BARREIROS, J. C. **A Turma como Grupo e Sistema de Interação:** uma abordagem sistêmica da comunicação na turma. Portugal: Porto Editora, [19??]. (Coleção Escola e Saberes).
- BATES, J.; LOYALL, B.; REILLY, W. S. An Architecture for Action, Emotion, and Social Behavior. In: **Reading in Agents.** San Francisco, California: Morgan Kaufmann Publishers, 1998.

BELBIN, M. **Team Roles**. 2001. Disponível em: <<http://www.belbin.com/belbin-team-roles.htm>>. Acesso em: set. 2002.

BERCHT, M. **Avaliação Pedagógica como Fator para a Construção de Estratégias de Ensino em Ambientes de Ensino e Aprendizagem Computadorizados**. 1997. 100f. Exame de Qualificação (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

BERNSMÜLLER, L. **Jogo Educacional Implementado com Arquitetura Multiagente**. 1999. Projeto de Diplomação (Bacharelado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

BICA, F. **Eletrotutor III: uma abordagem multiagente para o ensino a distância**. 2000. 78f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

BONALS, Joan. **O trabalho em pequenos grupos na sala de aula**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BOND, A. H.; GASSER, L. **Readings In Distributed Artificial Intelligence**. Palo Alto, California: Morgan Kaufmann Publishers, 1988.

BRITZKE DA SILVEIRA, A. P.; SILVEIRA, S. R. et al. Construção de um Ambiente Interativo utilizando VRML e ASP/VBScript. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REALIDADE VIRTUAL, 4., 2001, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBC, 2001.

BRUSILOVSKY, P. Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia. **User Modelling and User Adapted Interaction**, [s.l.], v.6, n. 2-3, p. 87-129,1996.

BRUSILOVSKY, P.; MAYBURY, M. T. From Adaptive Hypermedia to the Adaptive Web. **Communications of the ACM**, New York, v. 45, n.5, May 2002.

BUTLER, K. A. **Estilos de Aprendizagem: as dimensões psicológica, afetiva e cognitiva**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2003.

CALLEGARI, D. A. **Aplicando Aprendizagem por Reforço a uma Arquitetura Multiagente para Suporte ao Ensino de Educação Ambiental**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

CAMPOS, M. B. **Sistema Hipermídia para Apoio às Relações Espaço-Temporal e Lateralidade Baseado em Hiperhistórias**. 1996. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

CAMPOS, F. C. A. et al. **Cooperação e aprendizagem on-line**. Rio de Janeiro: DP&A, 2003.

CARDIERI, M. A. C. Andrade. **Agentes Inteligentes: Noções Gerais**. 1998. Monografia - Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação, UNICAMP, Campinas.



CASAS, L. A. A. **Contribuições para a Modelagem de um Ambiente Inteligente de Educação baseado em Realidade Virtual**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC. Disponível em: <<http://eps.ufsc.br/teses99/casas/index.html>>. Acesso em: ago. 2001.

CASTILHO, A. **Liderando Grupos: um enfoque gerencial**. Rio de Janeiro: QualityMark, 1999.

CASTRO, V. E.; BLANCO, J. G. **Construcción de Bases de Conocimiento com Computación Evolutiva**. Disponível em: <<http://hp.ciencias.unam.mx/revista/soluciones/N17/Vlad1.html>>. Acesso em: set. 2001.

CASTELFRANCHI, C. Social Power: A point missed in multi-agent, DAI and HCI. In: DEMAZEAU; MULLER. **Decentralized A. I**. Amsterdam: Elsevier, 1990. p. 49-62.

CERQUEIRA, T. C. **Estilos de Aprendizagem em Universitários**. Belo Horizonte: Cuatiara, 2000.

CHAVES, E. O. C. **Informática e Educação**. Disponível em: <<http://www2.people.com.br/cartgraf.htm>>. Acesso em: mar. 1998a.

CHAVES, E. O. C. **Informática na Educação: uma reavaliação**. Disponível em: <<http://www2.people.com.br/cevec.htm>>. Acesso em: mar. 1998b.

CHAIBEN, H. **Os Sistemas Tutoriais Inteligentes – STIs**. [s.l.]: Universidade Federal do Paraná: Centro de Computação Eletrônica, 1999. Disponível em: <<http://www.cce.ufpr.br/~hamilton/iaed/iaed0004.htm>>. Acesso em: set. 2001.

COLL SALVADOR, C. Estrutura Grupal, Interação entre Alunos e Aprendizagem Escolar In: **Aprendizagem Escolar e Construção do Conhecimento**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

COLL, C.; PALACIOS, J.; MARCHESI, A. (Org). Interação entre alunos e aprendizagem escolar In: **Desenvolvimento Psicológico e Educação: psicologia da educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. v. 2.

CONATI, C.; KLAWE, M. **Socially Intelligent Agents to Improve the Effectiveness of Educational Games**. 2000. Disponível em: <<http://citeseer.nj.nec.com/conati00socially.html>>. Acesso em: out. 2001.

CORDENONSI, A. Z.; THIELO, M. R.; BARONE, D. A. C. Trajectories Control of a Projectile using Genetic Algorithms is one simulated environment. In: NOLTA 97 - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NONLINEAR THEORY AND ITS APPLICATIONS, 1997, Honolulu. **Proceedings...**

DAMÁSIO, A. **O Erro de Descartes: Emoção, razão e cérebro humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

D'AMICO, C. B. **Aprendizagem Estática e Dinâmica em Ambientes Multiagentes de Ensino-Aprendizagem**. 1999. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

DAVIS, L. **Handbook of Genetic Algorithms**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

ELLIOT, C.; RICKEL, J.; LESTER, J. Lifelike Pedagogical Agents and Affective Computing: An Exploratory Synthesis. In: WOOLDRIDGE, M. J.; VELOSO, M. (Ed.). **Artificial Intelligence Today: recent trends and developments**. Berlin: Springer-Verlag, 1999. p. 195-211. (Lecture Notes in Artificial Intelligence, v. 1600).

FERNÁNDEZ, C. A. I. **Fundamentos de Los Agentes Inteligentes**. [s.l.]: Universidad Politécnica de Madrid: Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos, 1997. Informe Técnico UPM/DIT/GSI.

FERNANDES, K. C. C. S. **Linguagens de Programação para a Construção de Sistemas Multiagentes**. Porto Alegre: CPGCC-UFRGS, 1997. Compêndio de trabalhos da disciplina de Tópicos Especiais em Linguagens de Programação.

FRANCO, S. R. K. **O Construtivismo e a Educação**. 4. ed. Porto Alegre: Mediação, 1995.

GALVIS-PANQUEVA, A. H. Micromundos Lúdicos Interactivos: Aspectos críticos en su diseño y desarrollo In: CONGRESSO DA REDE IBEROAMERICANA DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 4., 1998, **Actas...** Brasília: Universidade de Brasília, 1998.

GARDNER, H. **Inteligências Múltiplas: a teoria na prática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

GARCIA, L. S. **Aplicações de Sistemas Multi-Agentes a Sistemas de Hipermídia Adaptativa: Uma Proposta de Ampliação à Ferramenta Gutemberg**. 1998. Dissertação (Mestrado em Informática) - Instituto de Informática, PUC-RS, Porto Alegre.

GASSER, L. Social Conceptions of Knowledge and Action: DAI foundations and open systems semantics. In: **Reading in Agents**. San Francisco, California: Morgan Kaufmann Publishers, 1998.

GAVA, T. B. S.; MENEZES, C. S. Moonline: Um Sistema Multiagentes baseado na Web para apoio a Aprendizagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 11., 2000, Maceió. **Anais...** Maceió: UFAL, 2000.

GELLER, M.; FALKEMBACH, G.; PASSERINO, L. M.; SILVEIRA, S. R.; TAROUCO, L. M. R. **Ambiente de Realidade Virtual Cooperativo de Aprendizagem: O Processo de Avaliação em um Ambiente Imersivo de Aprendizagem Cooperativa**. Disponível em: <<http://www.ulbra.tche.br/~arca>>. Acesso em: mar. 2001.

GELLER, M. **Educação a Distância e Estilos Cognitivos:** Construindo um Novo Olhar sobre os Ambientes Virtuais. 2004. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Pós-Graduação em Informática na Educação, UFRGS, Porto Alegre.

GIANGRANDI, P.; TASSO, C. Modelling the Temporal Evolution of Student's Knowledge. In: EUROPEAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION, 1996, Lisboa. **Proceedings...** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.

GIRAFFA, L. M. M.; MÓRA, M. C.; VICCARI, R. M. Modelling and Interactive ITS Using a MAS Approach: From Design to Pedagogical Evaluation. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 1999.

GOLDBERG, D. E. **Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning.** USA: Addison Wesley Longman, 1989.

GRAND, S. Creatures: an exercise in creation. **IEEE Expert Intelligent Systems & Their Applications**, Los Alamitos, p. 19-24, July/Aug. 1997.

GREFENSTETTE, J. J. Strategy Acquisition with Genetic Algorithms In: DAVIS, Lawrence. **Handbook of Genetic Algorithms.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

GUILHERME, V. M. **Produção e Avaliação de Softwares Educacionais:** relação entre teoria e prática. Porto Alegre: Faculdade de Educação, UFRGS, 1991.

HÜBNER, J. F. Identificação de Papéis por Observação de Comportamento em Sociedades de Agentes. **Dynamics**, Blumenau, v. 5, n. 21, out./dez. 1997.

ISBISTER, K.; DOYLE, P. **Touring Machines:** Guide Agents for Sharing Stories about Digital Places. Disponível em: <<http://citeseer.nj.nec.com/285732.html>>. Acesso em set. 2001.

JAFFEE, D. **Asynchronous Learning:** Technology and pedagogical strategy in a computer-mediated distance learning course. Disponível em: <<http://www.newpaltz.edu/~jaffee/esstxxx.htm>>. Acesso em: maio 1998.

JOHNSON, W. L.; SHAW, E. Using Agents to Overcome Deficiencies in Web-Based Courseware. In: AI-ED WORKSHOP ON PEDAGOGICAL AGENTS, 1997, Kobe. **Proceedings...**

JOHNSON, A. et al. **The NICE Project:** Learning Together in a Virtual World. Disponível em: <<http://citeseer.nj.nec.com/johnson98nice.html>>. Acesso em: set. 2001.

JOHNSON, W. L.; SHAW, E.; GANESHAN, R. **Pedagogical Agents on the Web.** Disponível em: <<http://citeseer.nj.nec.com/johnson99pedagogical.html>>. Acesso em: ago. 2001.

KAHN, B. **Os Computadores no Ensino da Ciência**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1991.

KAUTZ, H. et al. **An Experiment in the Design of Software Agents**. [s.l.]: AT&T Bell Laboratories: AI Principles Research Department, [199?].

KENSKI, V. M. **Tecnologias e Ensino Presencial e a Distância**. São Paulo: Papyrus, 2003.

KOHLMANN, C.; BLOTTA, G.; SILVA, M. C. **Pingüim – Processo Inteligente Guiado à Multiagentes**. 1998. Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharelado em Informática) – PUCRS, Porto Alegre.

KOMOSINSKI, L.; LACERDA, C. D. Aprendizagem Mediada por Algoritmos Genéticos. In: CONGRESSO DA REDE IBEROAMERICANA DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 4., 1998, Brasília. **Actas...**

LAASER, W. **Desenho de Software para o Ensino à Distância**. Disponível em: <<http://www.alternex.com.br/~ined/laaser2.html>>. Acesso em: jan. 1999.

LABIDI, S. et al. Agent Based Architecture for Cooperative Learning Environment. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 11., 2000 **Anais...** Maceió: UFAL, 2000.

LANE, S. T. M.; GODO, W. (Org). **Psicologia Social: o homem em movimento**. 13. ed. São Paulo: Brasiliense, 1994.

LASHKARI, Y.; METRAL, M.; MAES, P. Collaborative Interface Agents. In: NATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 1994. **Proceedings...**

LELOUCHE, R. A Team of Agents Cooperating for Intelligent Tutoring. Multi-Agent Systems Theories, Languages and Applications. In: AUSTRALIAN WORKSHOP ON DISTRIBUTED ARTIFICIAL INTELLIGENCE. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, 1998. (Lecture Notes in Artificial Intelligence, v. 1544).

LESTER, J. C. et al. Cosmo: A Life-like Animated Pedagogical Agent with Deictic Believability. In: WORKSHOP ON ANIMATED INTERFACE AGENTS, IJCAI-97, Nagoya, 1997. **Proceedings...**

LÉVY, P. **A Máquina Universo: criação, cognição e cultura informática**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

LIGUORI, L. M. As Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação no Campo dos Velhos Problemas e Desafios Educacionais In: LITWIN, E. **Tecnologia Educacional: Política, histórias e propostas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. p. 78-97.

LIMA, C. M.; LABIDI, S. **Introdução à Inteligência Artificial**. Disponível em: <<http://www.elo.com.br/~cynthia/ia.html>>. Acesso em:

LIMA, M. R. C.; LABIDI, S.; FILHO, O. C. B.; FONSECA, L. C. C. Aprendizagem cooperativa e o problema de formação de grupos. In: **Renote – Revista de Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, maio 2005.

LITWIN, E. (Org.). **Educação a distância**: temas para o debate de uma nova agenda educativa. Porto Alegre: Artmed, 2001.

LOLLINI, P. **Didática e computador**: quando e como a informática na escola. São Paulo: Ed. Loyola, 1991.

LUX, A.; STEINER, D. Understanding Cooperation: an Agent's Perspective. In: **Reading in Agents**. San Francisco, California: Morgan Kaufmann Publishers, 1998.

MAENZA, R. R. **Hipertexto como Ferramenta de Apoio no Processo de Ensino-Aprendizagem**. 1994. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação), Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

MAE, P. **Artificial Life meets Entertainment**: Lifelike Autonomous Agents. MIT Media Lab. Disponível em: <<http://pattie.www.media.mit.edu/people/pattie/CACM-95/alife-cacm95.html>>. Acesso em: jul. 2001.

MAIA, C. **Ead.br**: experiências inovadoras em educação a distância no Brasil: reflexões atuais, em tempo real. São Paulo: Ed. Anhembi Morumbi, 2003. Série Universidade Virtual.

MALDONADO, H. et al. **Tigrito**: A Multi-Mode Interactive Improvisational Agent. Stanford, California: Knowledge Systems Laboratory, Department of Computer Science, 1997. (Report n. KSL97-08).

MEER, H. et al. Tunnel Agents for Enhanced Internet QoS. **Concurrency**. [s.l.]: IEEE Computer Society, 1998.

MINICUCCI, A. **Dinâmica de Grupo**: teorias e sistemas. São Paulo: Atlas, 1997.

MITCHELL, M. **An Introduction to Genetic Algorithms**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1996.

MOISSA, H. E. **Identificação de Fatores Motivacionais e Afetivos em um Ambiente de Ensino e Aprendizagem**. 1999. Trabalho Individual, Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

MOISSA, H. E. **Arquitetura de um Agente Identificador de Fatores Motivacionais e Afetivos em um Ambiente de Ensino e Aprendizagem**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

MORAES, M. C. **Uma Arquitetura de Agentes Improvisacionais para Apoio a Visitação de Museus Baseada em Computadores**. 1999. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

MOSCOVICI, F. **Desenvolvimento Interpessoal**: treinamento em grupo. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1997.

MÜLLER, J. P. The Right Agent (Architecture) to Do the Right Thing. In: AGENT THEORIES, ARCHITECTURES AND LANGUAGES, Intelligent Agents V, 1998. **Proceedings...** (Lecture Notes in Artificial Intelligence, v. 1555).

NETO, C. C. **Educação à Distância (EaD)**: conceituação. Disponível em: <<http://www.cciencia.ufrj.br/educnet/eduead.htm>>. Acesso em: jan. 1999.

NUNES, M. A. S. N. **Modelagem de um Agente Cognitivo em um Ambiente de Simulação utilizando uma Arquitetura Híbrida de Sistema Multiagente**. 1998. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

NUNES, I. B. **Noções de Educação à Distância**. Disponível em: <<http://www.alternex.com.br/~ined/ivonio1.html>>. Acesso em: jan. 1999.

OCHI, L. S. **Algoritmos Genéticos**: Origem e Evolução. Universidade Federal Fluminense: Departamento de Ciência da Computação. Disponível em: <<http://www.info.Incc.br/sbmac/com-fig/public/bol/BOL-2/artigos/satoru/satoru.html>>. Acesso em: jul. 2000.

OLGUÍN, C. J. M. et al. O Uso de Agentes em Ambientes de Aprendizagem Colaborativos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE, 2000, Maceió. **Anais...** Maceió: UFAL, 2000.

PALLOFF, R. M.; PRATT, K. **O aluno virtual**: um guia para trabalhar com estudantes *on-line*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PAPROCKI, L. L.; SILVEIRA, S. R. **Brincando com as Frações**: Sistema de Jogos Educativos. 1995. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Informática), Universidade Luterana do Brasil, Canoas.

PEREIRA, A. S. **Um Agente para Seleção de Estratégias de Ensino em Ambientes Educacionais na Internet**. 1999. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

PETERS, O. **A Educação a Distância em Transição**. Traduzido por Leila Ferreira de Souza Mendes. São Leopoldo: Ed. da Unisinos, 2003.

PILETTI, N. **Sociologia da Educação**. São Paulo: Ática, 1991.

PLACCA, J. A.; GARCIA, A. C. B. Um Modelo Multi-Agente Descentralizado em Ambientes Fechados Baseado em Leis Sociais. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE, IBERAMIA-SBIA, 2000, Atibaia, SP. **Anais...**

PRATES, M.; LOYOLLA, W. **Educação à Distância Mediada por Computador (EDMC):** uma proposta pedagógica. Disponível em: <<http://www.puccamp.br/~prates/edmc.html>>. Acesso em: out. 1998.

REICHHERZER, T. R. et al. **The Giant:** a classroom collaborator. [s.l.]: University of West Florida: Institute for Human & Machine Cognition, 1995a. Disponível em: <<http://citeseer.nj.nec.com/454559.html>>. Acesso em: set. 2001.

REICHHERZER), T. R. et al. **The Giant: An Agent-based Approach to Knowledge Construction & Sharing.** [s.l.]: University of West Florida: Institute for Human & Machine Cognition, 1995b. Disponível em: <<http://citeseer.nj.nec.com/454339.html>>. Acesso em: set. 2001.

REIS, A. B. **Um Modelo do Aluno Adaptativo para Sistemas na Web.** 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

ROSATELLI, M. C. Novas Tendências da Pesquisa em Inteligência Artificial na Educação. In: ESCOLA DE INFORMÁTICA DA SBC-SUL, 2000, Santa Maria: **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2000.

ROSATELLI, M. C.; THIRY, M.; BARCIA, R. M. Um Ambiente Colaborativo para o Ensino à Distância **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Florianópolis: n.6, abr. 2000.

ROUSSOS, M. et al. Constructing Collaborative Stories Within Virtual Learning Landscapes. In: EUROPEAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION, 1996, Lisboa. **Proceedings...** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.

SHIRI, M. E.; AÏMEUR, E.; FRASSON, C. Student Modelling by Case Based Reasoning. In: INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, ITS'98, 1998, San Antonio, Texas. **Proceedings...**

SILVEIRA, R. A. **Modelagem Orientada a Agentes aplicada a Ambientes Inteligentes Distribuídos de Ensino:** JADE – Java Agent Framework for Distance Learning Environments. 2001a. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

SILVEIRA, R. A. Inteligência Artificial e Educação: Ambientes Distribuídos de Ensino Inteligentes. In: FÓRUM DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL DA REGIÃO SUL, 2001b, Canoas **Anais...** Canoas: ULBRA, 2001.

SILVA, E. P.; BARONE, D. A. C. Genetic Controller to Simulate the Trajectory of a Mechanical Arm. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NONLINEAR THEORY AND ITS APPLICATIONS, NOLTA 97, 1997, Honolulu, USA. **Proceedings...**

SILVEIRA, S. R.; BARONE, D. A. C. Jogos Educativos Computadorizados Utilizando a Abordagem de Algoritmos Genéticos. In: CONGRESSO DA REDE

IBEROAMERICANA DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 1998, Brasília. **Actas...** Brasília: Universidade de Brasília, 1998.

SILVEIRA, S. R. **Estudo de uma Ferramenta de Autoria Multimídia para a Elaboração de Jogos Educativos.** 1999. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

SILVEIRA, S. R. **Estudo e Construção de um Ambiente Lúdico de Aprendizagem utilizando a Abordagem de Agentes Modelados com Algoritmos Genéticos.** 2000. Plano de Curso (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

SILVEIRA, S. R. **Ambientes Lúdicos de Ensino e Aprendizagem Utilizando a Abordagem de Agentes.** 2002. Exame de Qualificação (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

SIPPER, M. **A Brief Introduction to Genetic Algorithms.** Disponível em: <[http://islwww.epfl.ch/~moshes/ga\\_main.html](http://islwww.epfl.ch/~moshes/ga_main.html)>. Acesso em: jul. 1999.

SOLLER, A. et al. Promoting Effective Peer Interaction in an Intelligent Collaborative Learning System. In: INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, ITS'98, 1998, San Antonio, Texas. **Proceedings...**

SOUZA, A. N. **Um Servidor de Requisições para Comunicação entre Agentes na Internet.** 1997. Projeto de Diplomação (Bacharelado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

STAHL, M. M. **Ambientes de Ensino-Aprendizagem Computadorizados: da sala de aula convencional ao mundo da fantasia.** Rio de Janeiro: COPPE-UFRJ, 1991.

STONE, B. A.; LESTER, J. C. Dynamically Sequencing an Animated Pedagogical Agent. In: **Reading in Agents.** San Francisco, California: Morgan Kaufmann Publishers, 1998.

STRAUS, D. **Criando Colaboração Produtiva: 5 formas de obter colaboração das equipes e aumentar resultados.** Tradução de Ana Beatriz Rodrigues. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

TAMBE; M.; ROSENBLOOM, P. S. Architectures for Agents that Track Other Agents in Multi-Agent Worlds. In: INTELLIGENT AGENTS II: AGENT THEORIES, ARCHITECTURES AND LANGUAGES, IJCAI 95, 1996, Montreal, Canada. **Proceedings...**

TAN, M. Multi-Agent Reinforcement Learning: Independent vs. Cooperative Agents. In: **Reading in Agents.** San Francisco, California: Morgan Kaufmann Publishers, 1998.

TAROUCO, L. M. R. **Questões sobre Educação à Distância.** Disponível em: <<http://penta2.ufrgs.br/edu/edu1.html>>. Acesso em: mar. 1998.



TAROUCO, L. M. R. **Ensino à Distância na WWW.** Disponível em: <<http://penta2.ufrgs.br/edu/eduwww.html>>. Acesso em: jan. 1999.

TAROUCO, L. M. R. et al. **Projeto AMIA – Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem.** 2001. Projeto de Pesquisa – Informática, ULBRA, Canoas.

TAYLOR, D. Three ways to get A-life. **IEEE Expert Intelligent Systems & Their Applications**, Los Alamitos, p. 25-30, July/Aug. 1997.

TECUCI, G. **Building Intelligent Agents:** an apprenticeship multistrategy learning theory, methodology, tool and case studies. San Diego, California: Academic Press, 1998.

TEIXEIRA, J. F. **Mentes e Máquinas:** uma introdução à ciência cognitiva. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

TELEDUC. **Ambiente de Ensino a Distância.** Disponível em: <<http://teleduc.nied.unicamp.br/teleduc/>>. Acesso em mar. 2003.

TODOROV, J. C. **A Importância da Educação à Distância.** Disponível em: <<http://www.alternex.com.br/~ined/todorov.html>>. Acesso em: jan. 1999.

VICCARI, R. M. **Tutores Inteligentes.** Porto Alegre: PPGC-UFRGS, 2000. Notas de Aula - CMP 168.

WHITE, A.; McCLEAN, P. E.; SLATOR, B. M. **The Virtual Cell:** An Interactive, Virtual Environment for Cell Biology. Disponível em: <<http://www.ndsu.nodak.edu/wwwic/abstracts/ed-media.htm>>. Acesso em: nov. 2001.

WILCOX, J. R. **Organizational Learning with a Learning Classifier System.** [s.l.]: University of Illinois at Urbana-Champaign: Department of Computer Science. Disponível em: <<http://gal4.ge.uiuc.edu/>>. Acesso em:

WOOLDRIDGE, M.; JENNINGS, N. R. Agent Theories, Architectures and Languages: A Survey. In: WORKSHOP ON AGENT THEORIES, ARCHITECTURES AND LANGUAGES, 1994. **Proceedings...**

YIN, R. K. **Estudo de Caso:** planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

**APÊNDICE A AUTORIZAÇÕES DAS INSTITUIÇÕES DE  
ENSINO SUPERIOR PARTICIPANTES DA PESQUISA**

## AUTORIZAÇÃO

Autorizo a divulgação dos resultados alcançados através da formação de grupos colaborativos com os alunos da disciplina de Algoritmos e Programação I referentes ao primeiro semestre deste ano – 2005/1, a partir do estudo de caso realizado no trabalho de Doutorado *Formação de Grupos Colaborativos em um Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem na Internet: um estudo de caso utilizando sistemas multiagentes e algoritmos genéticos*, aplicado pelo Doutorando Sidnei Renato Silveira.

Canoas, dezembro de 2005

Prof. Dr. Gilberto Fernandes Marchioro  
Coordenador dos Cursos de Informática  
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA  
Campus Canoas – RS

## AUTORIZAÇÃO

Autorizo a divulgação dos resultados alcançados através da formação de grupos colaborativos com os alunos das disciplinas de Algoritmos e Programação I e Algoritmos e Programação II referentes ao primeiro semestre deste ano – 2005/1, a partir do estudo de caso realizado no trabalho de Doutorado *Formação de Grupos Colaborativos em um Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem na Internet: um estudo de caso utilizando sistemas multiagentes e algoritmos genéticos*, aplicado pelo Doutorando Sidnei Renato Silveira.

Gravataí, dezembro de 2005

Prof<sup>a</sup>. Eunice Carolina Ohlweiler de Oliveira  
Diretora da FACENSA  
Faculdade Cenecista Nossa Senhora dos Anjos

## AUTORIZAÇÃO

Autorizo a divulgação dos resultados alcançados através da formação de grupos colaborativos com os alunos da disciplina de Algoritmos e Programação referentes ao primeiro semestre deste ano – 2005/1, a partir do estudo de caso realizado no trabalho de Doutorado *Formação de Grupos Colaborativos em um Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem na Internet: um estudo de caso utilizando sistemas multiagentes e algoritmos genéticos*, aplicado pelo Doutorando Sidnei Renato Silveira.

Porto Alegre, dezembro de 2005

Prof. Dr. Paulo Alberto de Azeredo  
Coordenador do Curso de Bacharelado em  
Sistemas de Informação  
Centro Universitário Ritter dos Reis - UniRitter

## APÊNDICE B DADOS DOS GRUPOS – ALGORITMOS E PROGRAMAÇÃO II – FACENSA

Durante a realização do pré-teste foram formados dois grupos, um com 5 e outro com 6 integrantes, conforme agrupamento espontâneo. A observação e realização das tarefas ocorreu no período de 07 a 14 de abril de 2005. Os grupos receberam trabalhos diferentes, de igual complexidade, visando a implementação de um sistema, utilizando os recursos estudados nas disciplinas de Algoritmos e Programação I e II. Os trabalhos são apresentados no Apêndice B. O primeiro grupo teve como trabalho a implementação de um sistema de controle de estoque, enquanto que o segundo grupo teve como trabalho a implementação de um sistema de movimentação bancária.

O quadro abaixo mostra o estilo cognitivo dominante, os papéis mais adequados, o papel escolhido e a observação realizada pelo pesquisador, durante dois encontros, realizados nos dias 07 e 14 de abril de 2005, no horário compreendido entre 19h15min e 22h30min, no Laboratório de Informática I (LABINFO I) da FACENSA, em Gravataí – RS. Os alunos realizaram contatos via *e-mail*, além dos horários em que o grupo esteve reunido na presença do observador. Os estilos cognitivos dominantes e os papéis mais adequados são os gerados pelo agente *forma grupo colaborativo*.

Aluno	Estilo(s) Cognitivo(s) Dominante(s)	Papéis mais adequados (Papéis preferenciais)	Papel escolhido no grupo	Observações
<b>Grupo 1</b>				
1	Serialista, Holista e Impulsivo	Especialista, Coordenador ou Investigador de Recursos	Investigador de Recursos	Controlou a definição inicial do programa, esclarecendo as dúvidas dos colegas. Atuou muito mais como coordenador do projeto do que com o papel escolhido (investigador).
2	Impulsivo, Divergente e Holista	Investigador de Recursos, Planejador ou Coordenador	Coordenador	Observação: interagiu com os colegas durante todo o desenvolvimento do trabalho. Estabeleceu a divisão de tarefas do projeto. Atuou também como planejador. (confirmou a atuação como coordenador e planejador, mesmo não sendo fluente no conteúdo abordado – programação).

3	Reflexivo, Convergente e Serialista	Monitor/avaliador, Implementador/ Finalizador ou Especialista	Planejador	Atuou apoiando o implementador.
4	Divergente, Serialista, Reflexivo	Planejador, Especialista, Monitor/Avaliador	Monitor/Avaliador	Acompanhou as discussões do grupo e atuou na divisão de tarefas (atuou como monitor, até pelo seu trabalho profissional, que envolve a área de avaliação de <i>software</i> ).
5	Divergente e Reflexivo	Planejador, Monitor/avaliador	Implementador	Ficou um pouco distante, indiferente, apenas acompanhando o trabalho do restante do grupo.
<b>Grupo 2</b>				
6	Reflexivo e Serialista	Monitor/Avaliador, Especialista	Monitor/Avaliador	Ficou indiferente com relação ao trabalho do grupo, apesar de dominar o conteúdo. Na segunda interação, participou mais ativamente da implementação. Tem o perfil de especialista, pois domina o conteúdo.
7	Estilos combinados Holista, Serialista, Reflexivo, Convergente, Divergente, Impulsivo	Pode assumir qualquer um dos papéis, dependendo da situação	Coordenador	Coordenou a divisão dos papéis e o início do trabalho. Auxiliou no desenvolvimento, participando da implementação do código. Realizou a adequação do projeto, em função das tentativas iniciais de implementação (assumiu a postura de coordenador, por atuar neste papel na vida profissional e já possuir experiência).
8	Serialista, Holista e Impulsivo	Especialista, Coordenador ou Investigador de Recursos	Investigador de Recursos	Auxiliou na implementação das tarefas seguindo as orientações do especialista do grupo e acompanhou as demais atividades.
9	Divergente e Reflexivo	Planejador ou Monitor/avaliador	Implementador	Fixou-se em suas tarefas de implementação.

10	Reflexivo, Serialista, Divergente	Monitor/avaliador, Especialista, Planejador	Investigador de Recursos	Participou da implementação juntamente com o grupo, dividindo tarefas. Atuou mais como implementador.
11	Divergente e Holista	Planejador, Coordenador	Especialista	Esclareceu dúvidas dos colegas e participou da implementação. Como domina o conteúdo, o grupo determinou que este membro seria o especialista.



## APÊNDICE C ATIVIDADES DOS GRUPOS DE ALGORITMOS E PROGRAMAÇÃO II

### Grupo 1 – Sistema de Controle de Estoque

Elaborar um programa em Pascal que realize o controle de um sistema de estoque, contendo as seguintes opções:

- **Cadastro de Produtos:** realizar o cadastro dos dados do produto (Código, descrição, quantidade atual em estoque e valor unitário). Deve-se verificar se o código do produto já não está cadastrado;
- **Alteração do Cadastro:** permitir a alteração dos dados de cadastro do produto, a partir da informação do código. Verificar se este produto existe. Em caso afirmativo, permitir a alteração da descrição e do valor unitário;
- **Movimentação do Estoque:** sub-rotina que recebe como parâmetro o tipo do movimento (C – compra de fornecedor ou V – venda para cliente) e o código do produto e retorna um valor *booleano*, indicando se a operação foi efetivada com sucesso.
  - o **Compra de Fornecedor:** solicitar o código do produto e verificar se este código existe. Em caso afirmativo, solicitar a quantidade comprada. Atualizar a quantidade atual a cada compra;
  - o **Venda para Cliente:** solicitar o código do produto e verificar se este código existe. Em caso afirmativo, solicitar a quantidade vendida. Verificar se existe estoque suficiente para a venda solicitada. Atualizar a quantidade atual a cada venda efetuada.
- **Relatório de Movimentos:** sub-rotina que recebe como parâmetro o código do produto. A sub-rotina deve listar na tela todos os movimentos (compras e vendas) efetuadas com o produto informado.
- **Estoque atual:** sub-rotina que recebe o código do produto e retorna a quantidade atual em estoque.

Podem ser utilizados no trabalhos os recursos da Linguagem Pascal estudados até o momento na disciplina, incluindo vetores, matrizes, registros, procedimentos, funções, passagem de parâmetros e bibliotecas. Assume-se que será possível cadastrar no máximo 20 produtos.

## Grupo 2 – Sistema de Movimentação Bancária

Elaborar um programa em Pascal que realize o controle de movimentação de uma conta bancária, contendo as seguintes opções:

- **Cadastro de Clientes (contas):** realizar o cadastro dos dados do cliente e da conta bancária (Código da conta, nome do cliente, saldo inicial e valor do limite da conta). Deve-se verificar se o código da conta já não está cadastrado;
- **Alteração do Cadastro:** permitir a alteração dos dados de cadastro do cliente, a partir da informação do código da conta. Verificar se esta conta existe. Em caso afirmativo, permitir a alteração do nome do cliente e do valor do limite;
- **Movimentação da Conta:** sub-rotina que recebe como parâmetro o tipo do movimento (C – crédito ou D – débito), o código da conta, a data e o valor do movimento, e retorna um valor *booleano*, indicando se a operação foi efetivada com sucesso.
  - o **Crédito:** verificar se o código da conta existe. Em caso afirmativo, efetuar o movimento. Atualizar o saldo atual a cada movimento;
  - o **Débito:** verificar se o código da conta existe. Em caso afirmativo, verificar se existe saldo suficiente, considerando também o valor do limite. Atualizar o saldo atual a cada movimento efetuado.
- **Extrato:** sub-rotina que recebe como parâmetro o código da conta. A sub-rotina deve listar na tela todos os movimentos (débitos e créditos) efetuados na conta bancária informada.
- **Saldo atual:** sub-rotina que recebe o código da conta e retorna o saldo atual.

Podem ser utilizados no trabalhos os recursos da Linguagem Pascal estudados até o momento na disciplina, incluindo vetores, matrizes, registros, procedimentos, funções, passagem de parâmetros e bibliotecas. Assume-se que será possível cadastrar no máximo 20 clientes.

## APÊNDICE D DADOS DOS GRUPOS – ALGORITMOS E PROGRAMAÇÃO – UniRitter

O grupo experimental 1, formado pela turma da disciplina de Algoritmos e Programação do UniRitter, foi composto por 27 alunos, divididos em 5 grupos. A divisão dos grupos foi realizada de forma espontânea. A escolha dos papéis também foi realizada de forma espontânea.

O trabalho, realizado de forma colaborativa/cooperativa a distância, foi apresentado, presencialmente pelos grupos no dia 28 de junho de 2005. Os grupos receberam trabalhos iguais (conforme Apêndice G), visando estudar uma linguagem de programação, escolhida pelo grupo, e as suas possibilidades no mercado de trabalho.

O quadro abaixo mostra o estilo cognitivo dominante, os papéis mais adequados e o papel escolhido. Os estilos cognitivos dominantes e os papéis mais adequados foram os gerados pelo agente *modela aluno*.

Aluno	Estilo(s) Cognitivo(s) Dominante(s)	Papéis mais adequados (Papéis preferenciais)	Papel escolhido no grupo
<b>Grupo 1</b>			
1	Estilos combinados	<b>Pode assumir qualquer um dos papéis</b>	<b>Investigador de Recursos</b>
2	Divergente, Convergente, Holista	<b>Planejador, Implementador/Finalizador, Coordenador</b>	<b>Implementador/Finalizador</b>
3	Divergente, Serialista, Reflexivo	<b>Planejador, Especialista, Monitor/Avaliador</b>	<b>Coordenador/Planejador</b>
4	Holista, Divergente, Serialista	<b>Coordenador, Planejador, Especialista</b>	<b>Especialista</b>
5	Holista, Convergente, Impulsivo	<b>Coordenador, Planejador, Investigador de Recursos</b>	<b>Investigador de Recursos</b>
6	Reflexivo, Convergente, Holista	<b>Monitor/Avaliador, Implementador/Finalizador, Coordenador</b>	<b>Monitor/Avaliador</b>
<b>Grupo 2</b>			
7	Divergente, Reflexivo, Holista	<b>Planejador, Monitor/Avaliador, Coordenador</b>	<b>Coordenador/Planejador</b>
8	Divergente, Reflexivo, Serialista	Planejador, Monitor/Avaliador, Especialista	Implementador/Finalizador
9	Estilos combinados	<b>Pode assumir qualquer um dos papéis</b>	<b>Investigador de Recursos</b>
10	Estilos combinados	<b>Pode assumir qualquer um dos papéis</b>	<b>Monitor/Avaliador</b>
11	Estilos combinados	<b>Pode assumir qualquer um dos papéis</b>	<b>Monitor/Avaliador</b>
12	Divergente, Serialista e Convergente	Planejador, Especialista, Implementador/Finalizador	Investigador de Recursos

<b>Grupo 3</b>			
13	Divergente, Serialista Reflexivo	<b>Planejador, Especialista, Monitor/Avaliador</b>	<b>Monitor/Avaliador</b>
14	Divergente, Serialista Reflexivo	Planejador, Especialista, Monitor/Avaliador	Investigador de Recursos
15	Estilos combinados	<b>Pode assumir qualquer um dos papéis</b>	<b>Coordenador/Planejador</b>
16	Convergente, Impulsivo, Reflexivo	<b>Implementador/Finalizador, Investigador de Recursos, Monitor/Avaliador</b>	<b>Implementador/Finalizador</b>
17	Serialista, Impulsivo, Divergente	<b>Especialista, Investigador de Recursos, Planejador</b>	<b>Coordenador/Planejador</b>
18	Divergente, Reflexivo	Planejador, Monitor/Avaliador	Implementador/Finalizador
<b>Grupo 4</b>			
19	Estilos combinados	<b>Pode assumir qualquer um dos papéis</b>	<b>Implementador/Finalizador</b>
20	Divergente, Serialista, Reflexivo	Planejador, Especialista, Monitor/Avaliador	Implementador/Finalizador
21	Divergente, Convergente, Reflexivo	Planejador, Implementador/Finalizador, Monitor/Avaliador	Investigador de Recursos
22	Divergente, Reflexivo	<b>Planejador, Monitor/Avaliador</b>	<b>Coordenador/Planejador</b>
23	Estilos combinados	<b>Pode assumir qualquer um dos papéis</b>	<b>Monitor/Avaliador</b>
<b>Grupo 5</b>			
24	Divergente, Reflexivo	Planejador, Monitor/Avaliador	Investigador de Recursos
25	Estilos combinados	<b>Pode assumir qualquer um dos papéis</b>	<b>Coordenador/Planejador</b>
26	Serialista, Impulsivo, Divergente	Especialista, Investigador de Recursos, Planejador	Monitor/Avaliador
27	Divergente, Reflexivo	Planejador, Monitor/Avaliador	Especialista

Os papéis apresentados em negrito indicam a correspondência entre o papel de acordo com o estilo cognitivo do aluno e o papel efetivamente escolhido pelo integrante do grupo.

## APÊNDICE E DADOS DOS GRUPOS – ALGORITMOS E PROGRAMAÇÃO I – FACENSA

O grupo experimental 2 formado pela turma da disciplina de Algoritmos e Programação I da FACENSA foi composto por 16 alunos, divididos em 4 grupos com 4 integrantes cada um. A divisão dos grupos foi realizada automaticamente, através do algoritmo genético, no dia 26 de abril de 2005. A formação dos grupos foi realizada de forma heterogênea, através do critério estilo cognitivo.

O trabalho, realizado de forma colaborativa/cooperativa a distância, foi apresentado, presencialmente pelos grupos no dia 07 de junho de 2005. Os grupos receberam trabalhos iguais (conforme Apêndice G), visando estudar uma linguagem de programação, escolhida pelo grupo, e as suas possibilidades no mercado de trabalho.

Os grupos foram formados pelo algoritmo genético mas, o papel dos integrantes foi escolhido livremente, através de acordo e/ou afinidade com os papéis e tarefas estabelecidas. O quadro abaixo mostra o estilo cognitivo dominante, os papéis mais adequados e o papel escolhido. Os estilos cognitivos dominantes e os papéis mais adequados são os gerados pelo agente *modela aluno*.

Aluno	Estilo(s) Cognitivo(s) Dominante(s)	Papéis mais adequados (Papéis preferenciais)	Papel escolhido no grupo
<b>Grupo 1</b>			
1	Divergente, Serialista, Reflexivo	Planejador, Especialista, Monitor/Avaliador	Investigador de Recursos
2	Convergente, Divergente, Holista	Implementador/finalizador, Planejador, Coordenador	Monitor/Avaliador
3	Impulsivo e Convergente	<b>Investigador de Recursos, Implementador/Finalizador</b>	<b>Implementador/Finalizador</b>
4	Divergente, Serialista	<b>Planejador, Especialista</b>	<b>Planejador/Coordenador</b>
<b>Grupo 2</b>			
5	Reflexivo, Serialista	<b>Monitor/Avaliador, Especialista</b>	<b>Monitor/Avaliador</b>
6	Divergente, Serialista, Impulsivo	Investigador de Recursos, Especialista, Planejador	Finalizador/Implementador
7	Divergente, Holista, Serialista	<b>Planejador, Coordenador, Especialista</b>	<b>Planejador/Coordenador</b>
8	Divergente e Serialista	Planejador, Especialista	Investigador de Recursos

<b>Grupo 3</b>			
9	Holista, Impulsivo, Serialista	Coordenador, Investigador de Recursos, Especialista	Monitor/Avaliador
10	Reflexivo, Divergente, Holista	Monitor/Avaliador, Planejador, Coordenador	Investigador de Recursos
11	Reflexivo, Serialista, Holista	Monitor/Avaliador, Especialista, Coordenador	Implementador/Finalizador
12	Divergente, Reflexivo	<b>Planejador, Monitor/Avaliador</b>	<b>Planejador/Coordenador</b>
<b>Grupo 4</b>			
13	Divergente, Holista, Impulsivo	Planejador, Coordenador, Investigador de Recursos	Monitor/Avaliador
14	Estilos combinados	<b>Pode assumir qualquer um dos papéis</b>	<b>Investigador de Recursos</b>
15	Convergente, Serialista, Holista	<b>Implementador/Finalizador, Especialista, Coordenador</b>	<b>Implementador/Finalizador</b>
16	Holista, Impulsivo, Serialista	<b>Coordenador, Investigador de Recursos, Especialista</b>	<b>Planejador/Coordenador</b>

Os papéis apresentados em negrito indicam a correspondência entre o papel determinado pelo *agente forma grupo colaborativo* e o papel efetivamente escolhido pelo integrante do grupo.

## APÊNDICE F DADOS DOS GRUPOS – ALGORITMOS E PROGRAMAÇÃO I – ULBRA

O grupo de controle formado pela turma da disciplina de Algoritmos e Programação I da ULBRA foi composto por 21 alunos, divididos em 4 grupos, sendo 3 grupos com 5 integrantes e 1 grupo com 6 integrantes. A divisão dos grupos, bem como a definição dos papéis, foi realizada automaticamente, através do algoritmo genético, no dia 06 de maio de 2005. A formação dos grupos foi realizada de forma heterogênea, através do critério estilo cognitivo.

O trabalho, realizado de forma colaborativa/cooperativa a distância, foi apresentado, presencialmente pelos grupos no dia 17 de junho de 2005. Os grupos receberam trabalhos iguais (conforme Apêndice G), visando estudar uma linguagem de programação, escolhida pelo grupo, e as suas possibilidades no mercado de trabalho.

O quadro abaixo mostra o estilo cognitivo dominante e o papéis mais adequados, além do papel escolhido. Os estilos cognitivos dominantes e os papéis mais adequados foram gerados pelo agente *modela aluno*.

Aluno	Estilo(s) Cognitivo(s) Dominante(s)	Papéis mais adequados (Papéis preferenciais)	Papel desempenhado no grupo
<b>Grupo 1</b>			
1	Reflexivo, Serialista	Monitor/Avaliador, Especialista	Especialista
2	Impulsivo, Reflexivo, Serialista	Investigador de Recursos, Monitor/Avaliador, Especialista	Investigador de Recursos
3	Reflexivo, Holista, Serialista	Monitor/Avaliador, Coordenador/Planejador, Especialista	Coordenador/Planejador
4	Reflexivo, Serialista	Monitor/Avaliador, Especialista	Monitor/Avaliador
5	Convergente, Holista	Implementador/Finalizador, Coordenador/Planejador	Implementador/Finalizador
<b>Grupo 2</b>			
6	Reflexivo, Serialista, Divergente	Monitor/Avaliador, Especialista, Coordenador/Planejador	Especialista
7	Reflexivo, Holista	Monitor/Avaliador, Coordenador/Planejador	Coordenador/Planejador
8	Reflexivo, Holista	Monitor/Avaliador, Coordenador/Planejador	Monitor/Avaliador
9	Impulsivo, Reflexivo, Serialista	Investigador de Recursos, Monitor/Avaliador, Especialista	Investigador de Recursos
10	Reflexivo, Serialista, Convergente	Monitor/Avaliador, Especialista, Implementador/Finalizador	Implementador/Finalizador

<b>Grupo 3</b>			
11	Reflexivo, Serialista, Holista	Monitor/Avaliador, Especialista, Coordenador/Planejador	Monitor/Avaliador
12	Serialista, Convergente	Especialista, Implementador/Finalizador	Implementador/Finalizador
13	Reflexivo, Serialista, Holista	Monitor/Avaliador, Especialista, Coordenador/Planejador	Coordenador/Planejador
14	Reflexivo, Serialista, Divergente	Monitor/Avaliador, Especialista, Coordenador/Planejador	Especialista
15	Reflexivo, Convergente	Monitor/Avaliador, Implementador/Finalizador	Implementador/Finalizador
<b>Grupo 4</b>			
16	Reflexivo, Serialista, Holista	Monitor/Avaliador, Especialista, Coordenador/Planejador	Especialista
17	Impulsivo, Holista, Convergente	Investigador de Recursos, Coordenador/Planejador, Implementador/Finalizador	Investigador de Recursos
18	Reflexivo, Convergente	Monitor/Avaliador, Implementador/Finalizador	Implementador/Finalizador
19	Impulsivo, Reflexivo, Holista	Investigador de Recursos, Monitor/Avaliador, Coordenador/Planejador	Coordenador/Planejador
20	Reflexivo, Serialista, Convergente	Monitor/Avaliador, Especialista, Implementador/Finalizador	Monitor/Avaliador
21	Impulsivo, Divergente	Investigador de Recursos, Coordenador/Planejador	Investigador de Recursos



## APÊNDICE G ATIVIDADE DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS E DE CONTROLE

### 1 PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES DE INTEGRAÇÃO

#### 1.1 Introdução

O presente plano estabelece as diretrizes para implantação das atividades de integração entre faculdade/empresas e faculdade/mercado de trabalho, no contexto da disciplina de **Algoritmos e Programação**. A atividade consiste em realizar uma pesquisa sobre uma linguagem de programação específica, que será determinada através de sorteio em sala de aula. A partir da linguagem de programação estabelecida, deverá ser realizado um estudo teórico e prático, envolvendo, também, a pesquisa de vagas no mercado de trabalho e/ou a atuação de um profissional da área de informática que utilize a linguagem de programação sorteada no seu dia-a-dia.

#### 1.2 Tarefas

Os alunos, no decorrer do trabalho, deverão realizar as seguintes tarefas, baseando-se na pesquisa desenvolvida junto a livros, *sites*, jornais, visitas a empresas, entrevistas com profissionais e agências de empregos (todas as fontes de consulta utilizadas devem ser referenciadas no trabalho):

- Traçar um pequeno histórico da linguagem de programação sorteada (autores, data de criação, principais usos, etc.);
- Demonstrar os tipos de variáveis existentes na linguagem de programação (tipos de dados básicos) e estruturas de dados básicas (vetores e matrizes);
- Demonstrar a sintaxe dos principais comandos existentes, entre eles os de seleção e repetição, estudados na disciplina de Algoritmos e Programação;
- Identificar vagas no mercado de trabalho para atuação utilizando a linguagem de programação sorteada, coletando dados tais como: formação acadêmica e profissional exigida, faixa salarial, faixa etária, entre outros;
- Identificar uma empresa e/ou profissional que utilize a linguagem de programação estabelecida no seu trabalho;
- Identificar a formação acadêmica e o tempo de utilização da linguagem de programação pelo profissional escolhido;
- Identificar como este profissional desenvolve programas utilizando esta linguagem de programação e quais ferramentas são utilizadas na análise e no desenvolvimento.

### **1.3 Apresentação do Trabalho**

A apresentação deverá conter:

- Nome(s) do(s) aluno(s);
- Papel que cada aluno desempenhou no grupo e atividades desenvolvidas;
- Introdução: descrevendo o tema do trabalho;
- Atividades realizadas (e descrição das mesmas);
- Atividades que não puderam ser realizadas (incluindo a justificativa);
- Dificuldades encontradas;
- Auto-avaliação do trabalho do grupo (de acordo com os critérios estabelecidos pelo professor).

### **1.4 Forma de Avaliação**

A apresentação será avaliada da seguinte forma:

- Realização de todas as atividades propostas (caso contrário, justificativa adequada);
- Redação adequada;
- Profundidade da pesquisa e da análise realizada;
- Participação dos integrantes do grupo na apresentação.

## APÊNDICE H PRODUÇÃO CIENTÍFICA RELACIONADA AO TRABALHO

O presente trabalho permitiu a elaboração de artigos, apresentações em eventos e trabalhos correlacionados, entre os quais citam-se:

- *Desenvolvendo uma Ferramenta Colaborativa em PHP* (Roger S. Souza, Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharelado em Ciência da Computação, ULBRA, 2002 - Orientador: **Co-Orientador: Sidnei Renato Silveira**);
- *Estudo e Construção de um Agente Avaliador para um Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem* (Márcio Corrêa Borges, Bacharelado em Ciência da Computação, Trabalho de Conclusão de Curso, ULBRA, 2002 - **Orientador: Sidnei Renato Silveira**);
- *Estudo da Comunicação entre Agentes em um Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem* (Anderson Cristiano Prochnow, Curso Superior de Tecnologia em Informática, Trabalho de Conclusão de Curso – ULBRA, 2003 - **Orientador: Sidnei Renato Silveira**).
- *Estudo de Técnicas Adaptativas na Construção de um Web Based Training (WBT) no Contexto do Projeto AMIA-CNPq* (Janaína Stürmer Neto, Curso Superior de Tecnologia em Informática - Trabalho de Conclusão de Curso, ULBRA, 2003 - **Orientador: Sidnei Renato Silveira**);
- *Estudo de Técnicas Adaptativas na Construção de um Web Based Training (WBT) no Contexto do Projeto AMIA-CNPq* (Janaína Stürmer Neto, Curso Superior de Tecnologia em Informática - Trabalho de Conclusão de Curso, ULBRA, 2003 - **Orientador: Sidnei Renato Silveira**);
- *Agente Adaptativo para Avaliação* (Alexandra Britzke, Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação – Trabalho de Conclusão de Curso, ULBRA, 2004 – **Orientador: Sidnei Renato Silveira**);
- *Estudo e Construção de uma Ferramenta para Elaboração de Cursos no Contexto do Projeto AMIA* (Maria Lúcia Lorenço Machado, Curso de Bacharelado em Ciência da Computação – Trabalho de Conclusão de Curso, ULBRA, 2005 – **Orientador: Sidnei Renato Silveira**).
- Palestra proferida na *Semana Acadêmica da ULBRA – 2002*. Tema: *Adaptação de um Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem na*

*Internet utilizando Algoritmos Genéticos*. Palestrante: **Sidnei Renato Silveira**;

- Capítulo do Livro *Sociedades Artificiais: Modelando Comportamento Inteligente com Algoritmos Genéticos*. Porto Alegre: Bookman, 2003. Autores: Dante Augusto Couto Barone e **Sidnei Renato Silveira**;
- Apresentação realizada no *Seminário Temático: Fronteiras da Inteligência Artificial*. Título da apresentação: *Modelando Comportamento Inteligente com Algoritmos Genéticos*. Apresentador: **Sidnei Renato Silveira**, 09 de junho de 2003; Evento realizado pelo PGIE/UFRGS – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação;
- Artigo publicado no ICECE 2003 (*International Conference on Engineering and Computer Education*). Título do Artigo: *Aplicação de Algoritmos Genéticos na Adaptação de um Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem na Internet*. Autores: **Sidnei Renato Silveira** e Dante Augusto Couto Barone;
- Artigo publicado *ENIA - Encontro Nacional de Inteligência Artificial* (SBC – Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2003). Título do artigo: *Adaptação de um Ambiente Interativo de Ensino e Aprendizagem na Internet utilizando Agentes Modelados com Algoritmos Genéticos*. Autores: **Sidnei Renato Silveira** e Dante Augusto Couto Barone;
- Artigo publicado no CACIC 2003 – *II Workshop de Tecnologia Informática aplicada en Educación*. Título do Artigo: *Proceso de Adaptación En El Proyecto AMIA*. Autores: Marlise Geller, **Sidnei Renato Silveira**, Dante Augusto Couto Barone, Liane M. R. Tarouco e Sérgio K. Franco;
- *IV Fórum de Pesquisa da ULBRA 2003*. Título do Pôster: *Aplicação de Algoritmos Genéticos na Adaptação de um Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem na Internet*. Autores: **Sidnei Renato Silveira** e Dante Augusto Couto Barone;
- Artigo publicado no RIBIE 2004 – *VII Congresso Iberoamericano de Informática Educativa*, Monterrey – México. Título: *Formação de Grupos Colaborativos no Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem*, Autores: **Sidnei Renato Silveira** e Dante Augusto Couto Barone;
- Artigo publicado no SBIE 2004 – *XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Título: *Formação de Grupos Colaborativos utilizando Algoritmos Genéticos*. Autores: **Sidnei Renato Silveira** e Dante Augusto Couto Barone;
- *V Fórum de Pesquisa da ULBRA 2004*. Título do Pôster: *Projeto AMIA – Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem*. Autores: Liliana Maria Passerino, Marlise Geller e **Sidnei Renato Silveira**;

- Palestra proferida na *III Semana Acadêmica do Curso de Sistemas de Informação do UniRitter*, 2004. Título da palestra: *Projeto AMIA-CNPq: Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem: Aplicação de Sistemas Multiagentes e Algoritmos Genéticos*. Palestrante: **Sidnei Renato Silveira**;
- Palestra proferida no *VI Ciclo de Palestras de Novas Tecnologias na Educação*. Título da Palestra: *Formação de Grupos Colaborativos em Cursos a Distância via Web utilizando Técnicas de Inteligência Artificial*. Palestrante: **Sidnei Renato Silveira**; 23 de novembro de 2005;
- Artigo publicado na revista eletrônica *RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação*. Título: *Formação de Grupos Colaborativos em Cursos a Distância via Web utilizando Técnicas de Inteligência Artificial*; Autores: **Sidnei Renato Silveira** e Dante Augusto Couto Barone;
- Artigo publicado e apresentado no *Colóquio de Pós-Graduação do UniRitter 2005*; Título: *Formação de Grupos Colaborativos em um Ambiente Multiagente de Aprendizagem na Internet*. Autores: **Sidnei Renato Silveira** e Dante Augusto Couto Barone;
- Artigo publicado e apresentado na *Semana Científica do UNILASALLE 2005 – Mostras de Trabalhos da Pós-Graduação*; Título: *Aplicação de Técnicas de Inteligência Artificial na Formação de Grupos Colaborativos na Web*. Autores: **Sidnei Renato Silveira** e Dante Augusto Barone.