

FORMAÇÃO DE GRUPOS COLABORATIVOS EM CURSOS A DISTÂNCIA VIA WEB: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Sidnei Renato Silveira¹

UniRitter -
Centro Universitário Ritter dos Reis
sidnei@uniritter.com.br

Dante Augusto Couto Barone²

PPGC/UFRGS -
Programa de Pós-Graduação em Computação
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
barone@inf.ufrgs.br

Resumo: Este artigo apresenta a aplicação de técnicas de Inteligência Artificial, mais especificamente Sistemas Multiagentes, para a formação de grupos colaborativos em um Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem na Web. A definição e implementação de uma arquitetura de agentes, modelados com algoritmos genéticos é apresentada, bem como sua integração com o ambiente TelEduc. O professor pode escolher, entre os critérios definidos, quais deverão ser utilizados na formação dos grupos colaborativos. Finalizando o artigo, apresenta-se a validação realizada através de um estudo de caso com estudantes de graduação de cursos na área da Informática, oriundos de 3 Instituições de Ensino Superior, através da formação de grupos colaborativos.

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

Abstract: This paper 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. 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 three 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 in Education, Multi-Agent Systems, Intelligent Learning Environment, Genetic Algorithms, Collaborative Groups

¹ Doutor em Ciência da Computação pelo Programa de Pós-Graduação em Computação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGC/UFRGS). Professor e Coordenador do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do Centro Universitário Ritter dos Reis – UniRitter. Professor e Coordenador do Estágio Supervisionado e do Trabalho de Conclusão de Curso da Faculdade Cenecista Nossa Senhora dos Anjos - FACENSA.

² Professor do Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC/UFRGS) e do Pós-Graduação em Informática na Educação (PGIE/UFRGS) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

1. INTRODUÇÃO

Com a revolução tecnológica e científica presente na sociedade atual, a educação passa a delinear novas formas de interação entre professores e alunos. A educação a distância, com certeza, é a modalidade de educação que mais usufrui disto, principalmente através da *web*, com o apoio de ambientes virtuais, que encorajam a participação dos envolvidos no processo educacional, independente de tempo e espaço. A cooperação entre os envolvidos é de fundamental importância para que ocorra, efetivamente, a interação entre os integrantes de um ambiente virtual de ensino e aprendizagem. Acreditando que a cooperação é um processo extremamente importante para a Educação a Distância, este artigo apresenta uma proposta para a formação de grupos colaborativos, a partir de critérios que poderão ser estabelecidos (configurados) pelo professor, no contexto do Projeto AMIA (Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem), financiado pelo CNPq.

1.1. EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E A FORMAÇÃO DE GRUPOS COLABORATIVOS

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 de cursos a distância. 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. Segundo Piaget (apud [1]), 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. 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.

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, representam diversos papéis. Segundo Mucchielli (apud [1]),

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. Neste sentido, o presente trabalho propõe, além da formação dos grupos colaborativos, a definição do papel que cada um dos integrantes irá desempenhar no grupo, de acordo com o seu estilo cognitivo.

2. FORMAÇÃO DOS GRUPOS COLABORATIVOS

Para realizar a formação dos grupos colaborativos foram utilizadas técnicas de Inteligência Artificial, entre elas os Algoritmos Genéticos e os Sistemas Multiagentes. Os grupos colaborativos são formados a partir de critérios definidos pelo professor e os papéis dos integrantes são baseados no estilo cognitivo, informação oriunda do modelo de aluno. Criou-se uma arquitetura de agentes integrada ao ambiente de EAD *TelEduc*.

2.1. MODELO DE ALUNO E ARQUITETURA DE AGENTES PROPOSTA

O modelo de aluno utilizado pelo *agente modela aluno* baseia-se nos estudos desenvolvidos no Projeto AMIA, tendo sua origem na aplicação do instrumento elaborado e validado por Bariani [2] e implementado computacionalmente por Geller [3]. Este modelo compreende os alunos em seis estilos cognitivos: 1) Convergente; 2) Divergente; 3) Holista; 4) Serialista; 5) Reflexivo e 6) Impulsivo. Cabe destacar que o modelo de aluno não é o foco deste trabalho. O *agente forma grupo colaborativo* (apresentado a seguir) utiliza o modelo implementado no contexto do Projeto AMIA, ao qual este trabalho está integrado [3].

A arquitetura de agentes está integrada ao ambiente *TelEduc*. Na arquitetura implementada (conforme Figura 1) 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;

agente forma grupo colaborativo: através das características definidas pelo professor e das informações extraídas do modelo de aluno, forma grupos de estudo colaborativos;

agente adaptativo de conteúdo: responsável por adaptar o conteúdo de acordo com o perfil do aluno;

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.

Além disso, de acordo com critérios estabelecidos pelo professor, este agente 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.

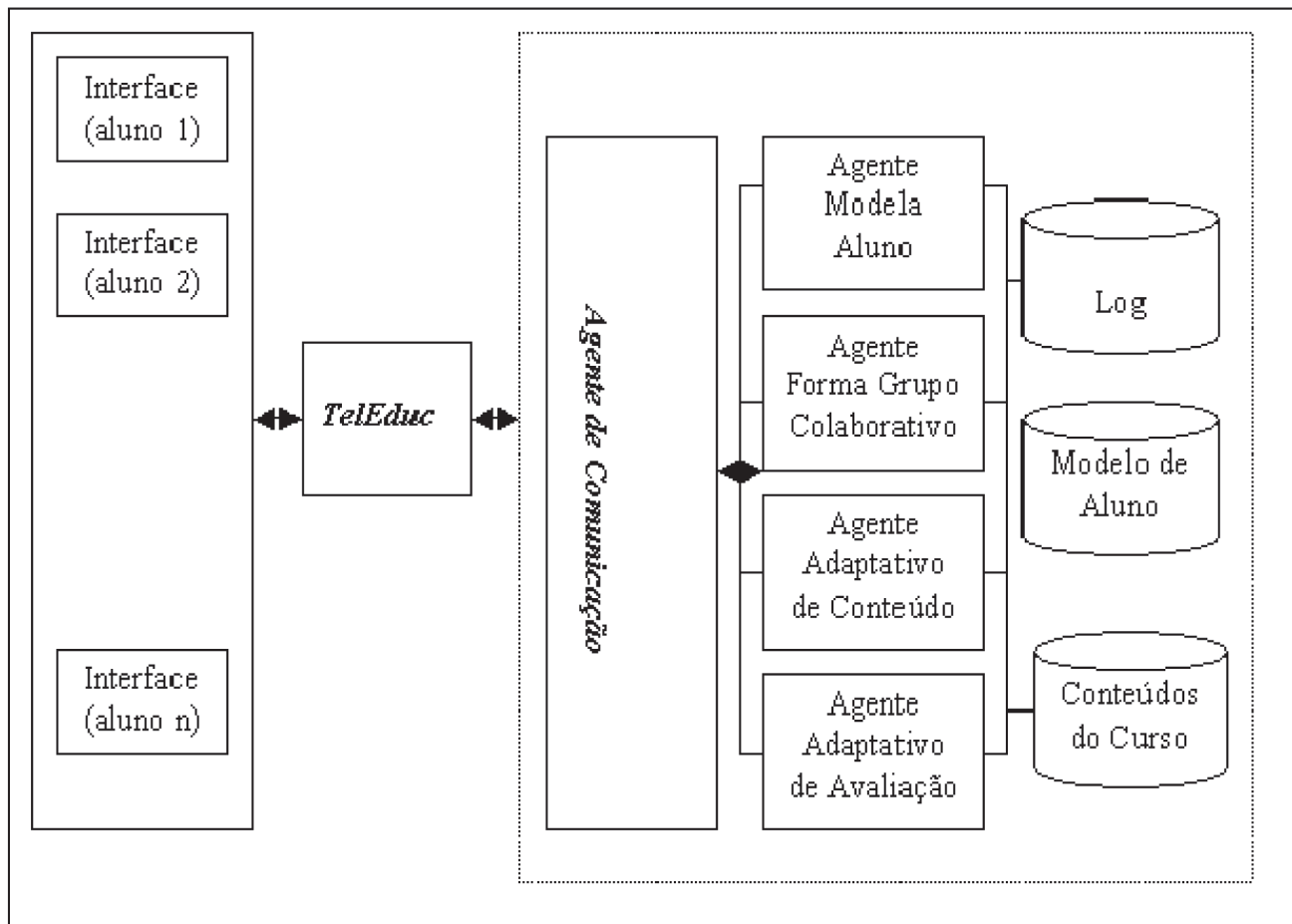


Figura 1: Arquitetura de Agentes

2.2. AGENTE FORMA GRUPO COLABORATIVO

A partir dos estilos cognitivos compreendidos pelo modelo de aluno, o agente proposto forma grupos colaborativos estabelecendo os papéis que os integrantes dos mesmos deverão desempenhar. Os papéis utilizados foram estabelecidos de acordo com a classificação proposta por Belbin (apud [4]), sendo eles: 1) Planejador, 2) Coordenador, 3) Investigador de Recursos, 4) Monitor/Avaliador, 5) Finalizador/Implementador e 6) Especialista.

De acordo com os estilos cognitivos dominantes de cada aluno, o agente designará o papel mais adequado para cada integrante do grupo, seguindo os critérios estabelecidos pelo professor. Os papéis, segundo o estilo cognitivo preferencial, foram estabelecidos como mostra a Tabela 1. Os estilos cognitivos preferenciais (ou dominantes) são definidos pelo agente *modela aluno*, através da aplicação de um instrumento elaborado por Bariani [2] e implementado computacionalmente por Geller [3].

Tabela 1: Designação de Papéis aos Integrantes do Grupo.

Estilo Cognitivo Preferencial (ou Dominante)	Papel a ser desempenhado no grupo
Impulsivo	Investigador de Recursos
Reflexivo	Monitor/Avaliador
Holista	Coordenador
Serialista	Especialista
Convergente	Finalizador/Implementador
Divergente	Planejador

Para realizar a formação dos grupos colaborativos, o agente *forma grupo colaborativo* foi modelado através de um algoritmo genético. 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 [5] [6]. 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 [7].

As principais características de um AG, segundo Davis [5] e Mitchell [6], 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.

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 [5] [6] [7]:

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.

Através da utilização de um algoritmo genético [5][6], o agente proposto define a melhor combinação de alunos para um grupo. Para a formação dos grupos colaborativos utilizaram-se as seguintes definições:

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. Além do estilo cognitivo, o professor também pode utilizar como critérios o sexo, idade e localização dos integrantes do grupo. Estes critérios são armazenados numa matriz tridimensional onde as linhas representam os grupos, as colunas os alunos e os planos armazenam os critérios selecionados para a formação dos grupos;

O professor, através de uma interface disponibilizada pelo agente *forma grupo colaborativo* (conforme Figura 2), pode escolher se o grupo formado deve ser heterogêneo ou homogêneo e definir os critérios desejados (estilo cognitivo, sexo, faixa etária e localização geográfica);

A população inicial do algoritmo genético é gerada a partir do número de alunos do curso e das informações contidas no banco de dados dos cursos;

O número de genes do cromossomo é igual ao número de integrantes de cada grupo (utilizam-se grupos com no máximo 6 alunos).

Para avaliar cada cromossomo utiliza-se o cálculo de penalidades. A função de avaliação atribui penalidades associadas ao cromossomo. Estas penalidades são calculadas de acordo com o tipo de grupo (homogêneo ou heterogêneo) e os critérios definidos pelo professor.

O algoritmo genético é executado repetidas vezes. A cada geração, o melhor cromossomo representa um dos grupos formados e é extraído da população. O algoritmo genético é executado, novamente, com os alunos restantes, para a formação dos demais grupos.

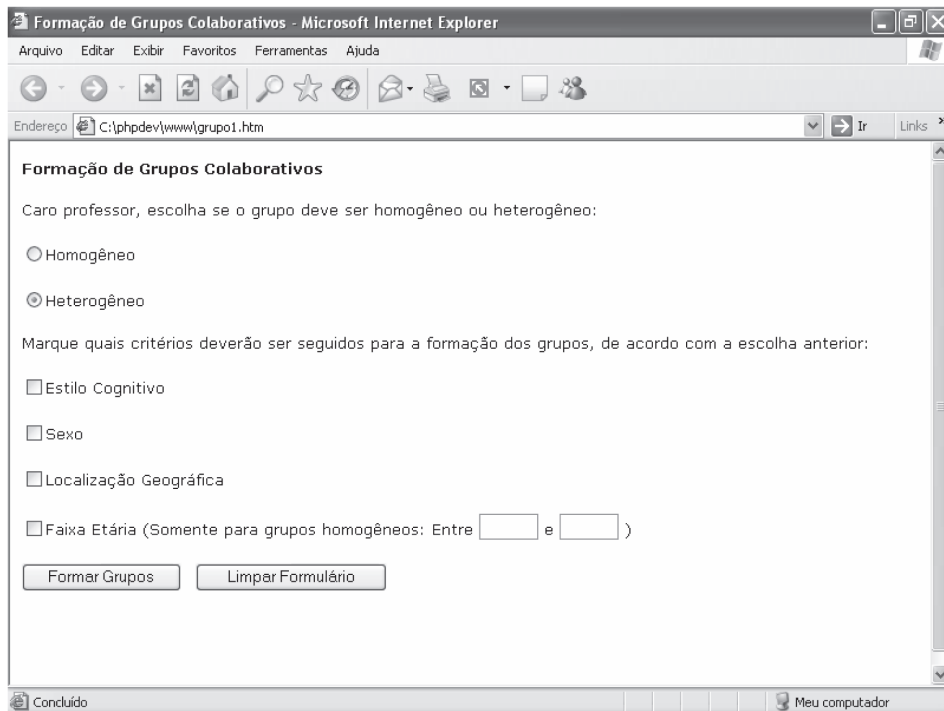


Figura 2: Assistente para Formação dos Grupos Colaborativos.

3. VALIDAÇÃO DO ALGORITMO PROPOSTO

A validação do algoritmo para formar os grupos colaborativos foi realizada através de um estudo de caso [8], envolvendo três turmas de cursos superiores da área de Informática. Para manter o sigilo do estudo de caso realizado, as instituições terão seus nomes omitidos, sendo apresentadas, neste artigo, como instituições A, B e C. Antes de realizar a aplicação da formação de grupos colaborativos proposta com os grupos de controle, foi realizado um pré-teste, envolvendo os alunos da disciplina de Algoritmos e Programação II, da Instituição aqui denominada de B. 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. Neste 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 (conforme instrumento elaborado por Bariani [2]) para que fosse possível identificar o seu estilo cognitivo. 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 para 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 a lógica do programa a ser 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 [9], “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 integrantes com perfis para preencherem todos os papéis estabelecidos.

Estas conclusões permitiram a readequação das estratégias, para estabelecer os grupos 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 de controle:

grupos formados espontaneamente, com definição de papéis também espontânea, compostos pelos alunos da disciplina de Algoritmos e Programação da Instituição A, totalizando 27 alunos;

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 instituição B, totalizando 16 alunos;

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 Instituição C, totalizando 21 alunos.

Para os três grupos foi aplicada a mesma atividade, que consistiu num 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 *software*. Nos grupos de controle da

Instituição B e da Instituição C, 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 [10], 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 [11] e Franco [10], 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.

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 1). A forma de avaliação foi baseada na afirmação de Bonals [12]: “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).

QUADRO 1: Avaliação do Trabalho do Grupo (Avaliação do Professor).

Aspectos que devem ser valorizados	Conceito (Ótimo, Muito Bom, Bom, Regular)	Observações
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		

A auto-avaliação do grupo foi baseada nos critérios propostos por Bonals [12], a partir da ficha demonstrada no Quadro 2.

QUADRO 2: Avaliação do Trabalho do Grupo (Auto-Avaliação).

Aspectos que devem ser valorizados	Auto-avaliação (Ótimo, Muito Bom, Bom, Regular)	Comentários
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		

3.1. RESULTADOS DO GRUPO DE ALGORITMOS E PROGRAMAÇÃO - INSTITUIÇÃO A

O grupo de controle formado pela turma da disciplina de Algoritmos e Programação da Instituição A 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. Os grupos receberam trabalhos iguais, 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%.

Analisando os resultados obtidos, verificou-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. 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*.

Além do fato de nem todos os grupos terem apresentado o trabalho proposto, a avaliação realizada pelo professor também apresentou 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*.

3.2. RESULTADOS DO GRUPO DE ALGORITMOS E PROGRAMAÇÃO I - INSTITUIÇÃO B

O grupo de controle formado pela turma da disciplina de Algoritmos e Programação I da Instituição B 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. 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, os quais receberam trabalhos iguais, 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, neste grupo de controle os alunos escolheram o papel que desejavam desempenhar.

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

Analisando os resultados deste grupo, verificou-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, 66,66% 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.

Com relação à avaliação realizada pelo professor, os 4 (quatro) grupos apresentaram o trabalho. Analisando os resultados deste grupo de alunos verificou-se uma melhora significativa nos conceitos, tanto na auto-avaliação quanto na avaliação realizada pelo professor, comparando-se aos resultados do primeiro grupo de alunos (Instituição A). 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).

3.3. RESULTADOS DO GRUPO DE ALGORITMOS E PROGRAMAÇÃO I - INSTITUIÇÃO C

O grupo de controle formado pela turma da disciplina de Algoritmos e Programação I da Instituição C 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. A formação dos grupos foi realizada de forma heterogênea, através do critério *estilo cognitivo*.

Analisando os dados obtidos verificou-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 de controle.

Com relação à avaliação realizada pelo professor, os 4 (quatro) grupos apresentaram o trabalho. 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 (igual ou superior a 75%). 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.

3.4 COMPARAÇÃO ENTRE OS GRUPOS DE CONTROLE

Através de uma análise comparativa dos resultados obtidos na observação dos grupos 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 Instituição B e da Instituição C, cujos grupos foram formados pelo agente foram muito superiores aos dos grupos estabelecidos de forma aleatória na Instituição A. Além disso, os resultados dos grupos da Instituição C sobressairam-se aos resultados da Instituição B (os grupos da Instituição C também tiveram o papel de cada integrante definido pelo agente). Estes dados são demonstrados, comparativamente, no Quadro 3, considerando-se os conceitos *Ótimo* e *Muito Bom*. O Quadro 4 apresenta a comparação relativa à avaliação realizada pelo professor.

QUADRO 3: Avaliação do Trabalho do Grupo (Auto-Avaliação) - Comparação

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

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

QUADRO 4: Avaliação do Trabalho do Grupo (Avaliação do Professor) - Comparação

Aspectos	Instituição A*				Instituição B				Instituição C			
	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 66,6 6%	0 0%	1 33,3 4%	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 33,3 4%	2 66,6 6%	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 33,3 4%	2 66,6 6%	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 0%	1 33,3 4%	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 33,3 4%	2 66,6 6%	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 33,3 4%	1 33,3 4%	1 33,3 4%	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 33,3 4%	2 66,6 6%	0 0%	2 50%	1 25%	1 25%	0 0%	4 100 %	0 0%	0 0%	0 0%

*Cabe lembrar que, dos 5 grupos da Instituição A, apenas 3 apresentaram o trabalho proposto.

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

Com relação aos papéis definidos para os membros do grupo, Moscovici [13], 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 [14] 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 [15]: “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 [16] 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).

4. 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 [5]. Estas afirmações justificam a escolha da técnica aplicada para a formação de grupos neste trabalho.

Neste ponto cabe explorar o problema e a hipótese do trabalho aqui apresentado: *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.

Como coloca Lima [17], 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 resultados do estudo de caso realizado. Os resultados demonstraram que os grupos de controle que tiveram a aplicação do agente *forma grupo colaborativo* obtiveram um desempenho superior ao grupo de controle que realizou o agrupamento de forma aleatória. Além disso, o grupo de controle em que 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, [18]). Conforme Vygotsky (apud [9]), “Freqüentemente, 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 interação com outras pessoas, passa posteriormente a fazer parte do nível de desenvolvimento atual, mediante um processo de interiorização” (p. 312-313). Salvador [19] 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 continuidade ao trabalho apresentado pretende-se 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 [20] [21], no caso do trabalho proposto, de acordo com o grupo de usuários – alunos do curso em questão.

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

- [1] A. Minicucci. Dinâmica de Grupo: teorias e sistemas. São Paulo: Atlas, 1997.
- [2] I. C. D. Bariani. Estilos Cognitivos de Universitários e Iniciação Científica. 1998. Tese (doutorado) - UNICAMP.
- [3] M. Geller. Educação a Distância e Estilos Cognitivos: Construindo um Novo Olhar sobre os Ambientes Virtuais. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Pós-Graduação em Informática na Educação, 2004.
- [4] M. L. F. Carneiro. O Acoplamento Tecnológico e a Comunicação em Redes. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Pós-Graduação em Informática na Educação, 2003.
- [5] L. Davis. Handbook of Genetic Algorithms. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.
- [6] M. Mitchell An Introduction to Genetic Algorithms. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1996.
- [7] D. A. C. Barone et al. Sociedades Artificiais: a Nova Fronteira da Inteligência nas Máquinas. Porto Alegre: Bookman, 2003.
- [8] R. K. Yin. Estudo de Caso: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- [9] C. Coll et al. Interação entre alunos e aprendizagem escolar In: *Desenvolvimento Psicológico e Educação: psicologia da educação*. Vol. 2. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- [10] S. K. Franco. O Construtivismo e a Educação. 4. ed. Porto Alegre: Mediação, 1995.
- [11] J. A. Barreiros. Turma como Grupo e Sistema de Interação: uma abordagem sistêmica da comunicação na turma. Portugal: Porto Editora, s.d. *Coleção Escola e Saberes*.
- [12] J. Bonals. O trabalho em pequenos grupos na sala de aula. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- [13] F. Moscovici. De R. Baquero. Vygostky e a Aprendizagem Escolar. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. desenvolvimento Interpessoal: treinamento em grupo. Rio de Janeiro: José Olympio, 1997.
- [14] S. T. M. Lane, W. Godo (Org). Psicologia Social: o homem em movimento. 13. ed. São Paulo: Brasiliense, 1994.
- [15] D. Straus. Criando Colaboração Produtiva: 5 formas de obter colaboração das equipes e aumentar resultados. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues. Rio de Janeiro: Campus, 2003.
- [16] F. C. A. Campos et al. Cooperação e aprendizagem *online*. Rio de Janeiro: DP&A, 2003.
- [17] M. R. C. Lima, S. Labidi, O. C. B. Filho, L. C. C. Fonseca. Aprendizagem cooperativa e o problema de formação de grupos. In: *Renote – Revista de Novas Tecnologias na Educação*. V. 3, n. 1, maio. Porto Alegre: CINTED-UFRGS, 2005.
- [18] R. Baquero. Vygostky e a Aprendizagem Escolar. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- [19] C. C. Salvador. Estrutura Grupal, Interação entre Alunos e Aprendizagem Escolar In: *Aprendizagem Escolar e Construção do Conhecimento*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- [20] P. Brusilovsky Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia. *User Modelling and User Adapted Interaction*, v.6, n. 2-3, p. 87-129, 1996. Special Issue on Adaptive Hypertext and Hypermedia.
- [21] P. Brusilovsky, M. T. Maybury. From Adaptive Hypermedia to the Adaptive Web. *Communications of the ACM*. May, Vol. 45, N. 5, 2002.