

Um sistema multiagente para a formação e avaliação de grupos sócio-afetivos em ambientes CSCL

Alfredo Costa O. Junior¹, Cícero Costa Quarto¹, Rômulo Martins França², Luís Carlos Costa Fonseca³, Sofiane Labidi⁴

¹Centro de Ciências Tecnológicas – Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
CEP: 65055970 – São Luís – MA – Brasil.

²Núcleo de Educação a Distância – Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – São Luís – MA – Brasil.

³Departamento de Informática – Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – Codó – MA – Brasil.

⁴Laboratório de Sistemas Inteligentes / PPGEE – Universidade Federal do Maranhão (UFMA) – São Luís – MA – Brasil.

alfredo.coj@gmail.com, cicero@engcomp.uema.br, romulomf@gmail.com,
lccfonseca@gmail.com, sofiane.labidi@globo.com.

Abstract. *CSCL Environments (Computer Supported Collaborative Learning) to provide greater collaboration is a challenge for the design of such environments. In this context, the use of Multiagent System has provided significant advances in collaborative support. Thus, this paper aims to propose a architecture of a socio-affective Multiagent System in aid for training and evaluation of student groups to potentialize collaboration in CSCL environment. To do so, was defined the objectives, capabilities and properties of the SMA, as well as analysis of related work and mathematical inferences to determine the performance of groups.*

Resumo. *Ambientes CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) que proporcionem maior colaboração é um desafio para o projeto de tais ambientes. Nesse contexto, o emprego de Sistema Multiagentes tem proporcionado avanços significativos no suporte colaborativo. Assim, esse trabalho tem como objetivo norteador propor uma arquitetura de um Sistema Multiagente sócio-afetivo no auxílio à formação e avaliação de grupos de alunos a fim de potencializar a colaboração em ambiente CSCL. Para isso, definiram-se os objetivos, capacidades e propriedades do SMA, além da análise de trabalhos relacionados e de inferências matemáticas para determinação de desempenho de grupos.*

1. Introdução

O advento da Internet e o avanço na utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) na educação, bem como *Sistemas Tutores Inteligentes* (STI) e teorias de *Inteligência Artificial* (IA) proporcionaram ao processo ensino e aprendizagem um grande salto no que tange a interação entre professores e alunos. Nesse contexto, surgiram as modalidades Educação a Distância (EaD) e a Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador (tradução do inglês da sigla

CSCL – *Computer Supported Collaborative Learning*), que tem se tornado um grande enfoque e nova tendência do ensino a distância (Stahl et al., 2006).

Em Ambientes CSCL, Lima et al. (2005) afirma que fatores como *a afetividade, os laços de afinidade, a definição dos grupos e a interação entre os grupos, assim como o ambiente computacional* podem interferir no processo de ensino e aprendizagem colaborativa apoiada por computador.

Conforme Boff (2008), a implementação de ferramentas que viabilizem a formação de grupos a fim de potencializar a colaboração em ambientes CSCL não é tarefa fácil. Isso porque ainda segundo a autora é importante que esses sistemas considerem aspectos individuais de alunos, tais como: os estados sócio-afetivos dos mesmos.

Uma alternativa bastante relevante na solução de problemas de colaboração são os ambientes virtuais de aprendizagem associados à tecnologia orientada a agentes, a qual pode auxiliar a interação em grupos de trabalho, pois proporciona ao aluno a oportunidade de ter um ensino individualizado e adaptável (Boff, 2008). Desse modo, nota-se que propiciar um ambiente CSCL adequado é uma tarefa complexa e abrangente, entretanto, segundo Boff (2008) e Silveira (2006), as ferramentas de Inteligência Artificial orientadas a agentes se apresentam como soluções eficazes na construção desses ambientes.

Para tal, esse trabalho propõe a definição de uma arquitetura de Sistema Multiagente constituída pelos agentes FORMADOR DE GRUPOS e AVALIADOR DE GRUPOS, a fim de auxiliar a aprendizagem colaborativa apoiada por computador através da formação e aprimoramento de grupos sócio afetivos.

2. Fundamentação Teórica

Segundo Vygotsky (1998), em ambientes de aprendizagem em grupo é extremamente importante levar em consideração fatores sócio afetivos para que haja maior colaboração entre os aprendizes.

Assim, dentre os diversos ambientes de trabalho em grupos, destacam-se os ambientes CSCL (*Computer Supported Collaborative Learning – Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador*), por proporcionar a união de suporte computacional e ambiente colaborativo (Stahl et al., 2006). De acordo com Lima et al. (2005), a representação dos aprendizes e seus grupos, a interação entre os aprendizes e professores e a distribuição dos aprendizes em grupos são questões que devem ser consideradas em projetos de ambientes CSCL.

Atualmente, existem muitas implementações que viabilizam a formação de grupos a fim de potencializar a colaboração em ambientes CSCL (cf. Silveira, 2006 e Boff, 2008). Entretanto, segundo Boff (2008), é importante que esses sistemas computacionais realizem inferência do estado sócio-afetivo do aluno e a reação do aluno ao seu estado sócio-afetivo.

De acordo com Boff (2008), a colaboração em ambientes CSCL pode ser intensificada com a implementação de técnicas de Inteligência Artificial orientadas a agentes. Para Jaques (1999), quando agentes cooperam uns com os outros em determinado ambiente para resolverem um problema caracterizam um Sistema Multiagentes. Ainda conforme Jaques (1999), esses ambientes de sociedade de agentes,

também conhecidos como SMA, são projetados para resolverem diversos tipos de problemas computacionais, inclusive problemas provenientes da interação de grupos em ambientes de EaD.

Silveira (2006) definiu e implementou uma arquitetura SMA, denominada AMIA para auxílio da aprendizagem colaborativa, cujos agentes foram modelados com algoritmos genéticos e seus principais objetivos são: *definir perfis de alunos* considerando características cognitivas e *formar grupos colaborativos*. Boff (2008) propôs um modelo probabilístico de conhecimento e raciocínio para um agente, chamado *Agente Social*, que faz parte do ambiente **AMPLIA** (Ambiente Multiagente Probabilístico Inteligente de Aprendizagem), cujos principais objetivos são: (a) *analisar o perfil dos alunos* considerando aspectos individuais, tais como *estado afetivo, questões psicológicas e cognitivas* e (b) *composição de grupos de trabalho*.

A Tabela 1 apresenta uma comparação entre os sistemas multiagentes desenvolvidos por Silveira (2006), Boff (2008) e a arquitetura multiagentes proposta nessa pesquisa, em que os critérios utilizados são baseados em características definidas por Silveira (2006). Assim, adotaram-se os seguintes critérios para comparar as arquiteturas multiagentes mencionadas: 1) O SMA considera feedback de professor e alunos em relação aos grupos formados. 2) Proporciona ambiente cooperativo/colaborativo. 3) Possui arquitetura multiagentes híbrida. 4) Possui agente pedagógico (com personagens animados). 5) Permite integração com ambientes AVA. 6) Possui modelo de aluno. 7) Implementa ferramentas de avaliação. 8) Agentes possuem emoções e/ou sensações. 9) Possibilita adaptabilidade. 10) Possibilidade de formação de grupos de forma automática pelo ambiente. 11) Critérios utilizados para definição de perfis de alunos.

Tabela 1. Critérios de comparação entre arquiteturas multiagentes.

Sistemas Multiagentes	CRITÉRIOS DE COMPARAÇÃO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
AMIA	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Estilos Cognitivos: <i>Convergência de pensamento, Divergência de pensamento, Holista, Serialista, Reflexivo e Impulsivo.</i>
AMPLIA	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Critérios comportamentais: <i>Iniciativas de comunicação e Respostas a iniciativas de comunicação.</i>
Arquitetura Proposta	<u>Sim</u>	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Fatores sócio-afetivos: <i>emotividade, atividade e repercussão</i>

Tanto no trabalho de Silveira (2006) quanto no de Boff (2008) foram abordados o uso de agentes sócio-afetivos no auxílio da aprendizagem colaborativa apoiada por computador. Abordagens como estas, motivaram a desenvolver este trabalho, que propõe considerar fatores, tais como: *personalidade/temperamentos*, *formação de grupos colaborativos* e *avaliação dos grupos* na modelagem da arquitetura de um Sistema Multiagente Sócio afetivo.

3. Descrição do SMA

O Sistema Multiagente (SMA) proposto é formado por dois agentes: *agente formador de grupos* e *o agente avaliador de grupos*. Esses agentes serão caracterizados pelas propriedades: *habilidade social*, *aprendizagem*, bem como *flexibilidade e autonomia*. *Habilidade social*, pois eles irão interagir com professor e alunos e entre eles mesmos para atingir suas metas. Possuem *Aprendizagem*, pois, à medida que os desempenhos de grupos não forem satisfatórios, os agentes irão reformular os grupos e aprimorá-los de acordo com os critérios de temperamento: *emotividade*, *atividade* e *repercussão*. *Flexibilidade*, pois, recebem influência de ações realizadas por agentes humanos, professores e alunos, e de software. E serão *Autônomos*, pois o aprimoramento de grupos depende mais das experiências dos agentes do que do conhecimento embutido no SMA pelo seu projetista.

Em relação à capacidade de resolver problemas, a arquitetura multiagente proposta é classificada como *híbrida*, pois têm características *reativas* e *proativas*. Ou seja, os agentes são reativos, pois a ação de cada agente depende das ações dos demais, e são proativos, pois as ações dos agentes são orientadas a um objetivo geral que é o de potencializar a aprendizagem colaborativa apoiada por computador, além de poderem prever ou evitar um determinado estado para atingir seus objetivos. O processo de interações entre os agentes de software e os agentes humanos (professor e alunos) é ilustrado na Figura 1.

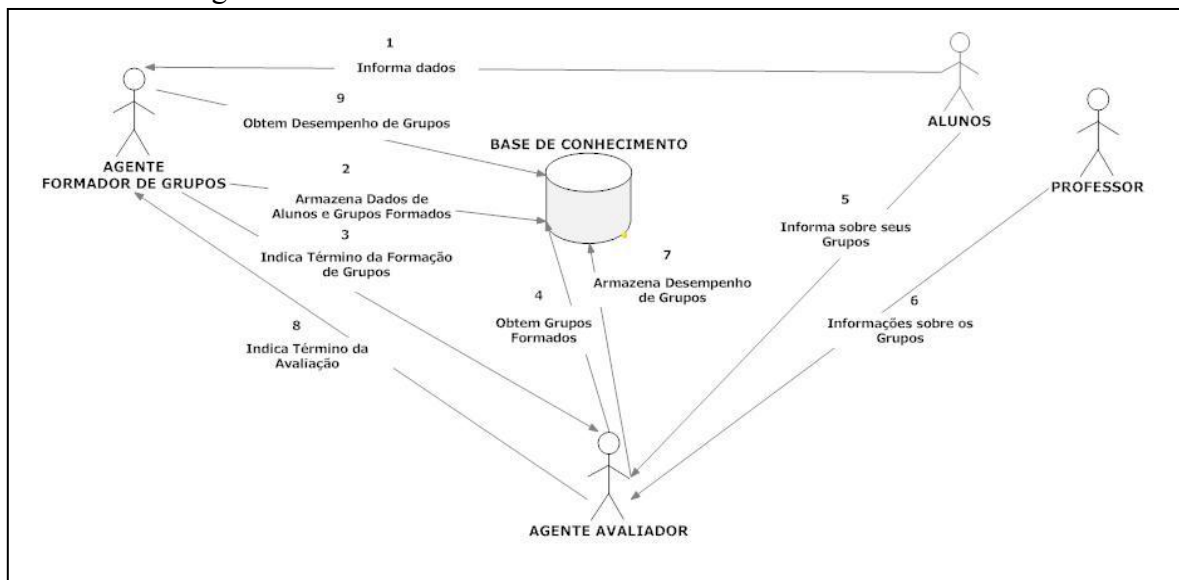


Figura 1. Arquitetura do SMA formado pelos Agentes FORMADOR DE GRUPOS e AVALIADOR DE GRUPOS.

No primeiro momento, os alunos devem responder a um questionário baseado no *Teste de caráter Roger Verdier* que é disponibilizado ao Agente FORMADOR DE GRUPOS, o qual a partir das respostas inferirá o perfil sócio afetivo de alunos, caracterizando-os segundo questões associadas aos temperamentos: *emotividade, atividade e repercussão*. Após isso, o Agente FORMADOR DE GRUPOS armazenará na Base de Conhecimento do SMA os perfis dos alunos e os grupos formados e informará ao Agente AVALIADOR DE GRUPOS o término de suas ações para essa primeira etapa.

O Agente AVALIADOR DE GRUPOS inicia a etapa de avaliação dos grupos de alunos e para isso obtém os clusters de alunos formados acessando a Base de Conhecimento. Para essa etapa, esse agente necessita do *feedback* de professor e alunos (cf. será descrito na seção 3.3), o qual é obtido por meio de um questionário de avaliação de grupo baseado em critérios propostos por Bonals (2003) e em *questionários de avaliação de grupos* propostos por Silveira (2006). De posse destas informações, o Agente AVALIADOR DE GRUPOS realiza o processamento das mesmas e obtém o desempenho de grupos, armazenando-o na Base de Conhecimento do SMA. Após isso, comunica ao Agente FORMADOR DE GRUPOS o término do processo de avaliação.

Essas informações sobre a avaliação são armazenadas também na Base de Conhecimento do SMA. Após saber o término do processo de avaliação, o Agente FORMADOR DE GRUPOS verifica se há algum grupo com desempenho insatisfatório (cf. descrito na seção 3.3). Se isso acontecer, por meio de informações armazenadas anteriormente na Base de Conhecimento do SMA, o Agente FORMADOR DE GRUPOS reformulará os clusters de alunos e então reiniciará o ciclo do SMA até que os grupos formados possuam desempenho satisfatório.

3.1 Agente FORMADOR DE GRUPOS

Segundo Lima et al. (2005), o modo como são distribuídos os aprendizes em grupos pode afetar diretamente os seus desempenhos. Ainda para Lima et al., essa relação, distribuição/desempenho, pode se dar, entre outros fatores, em função do perfil de cada aprendiz e/ou dos laços de afinidade existentes entre eles. Tendo em vista essa abordagem, o agente Formador de Grupos do SMA considerará o perfil/temperamento dos alunos na formação dos grupos. Conforme Stahl et al. (2006); Cunha (2002), o tamanho de grupo deve ser levado em consideração. Ainda de acordo com os autores, grupos pequenos favorecem a interação.

A atividade de formação de clusters do agente FORMADOR DE GRUPOS foi arquitetada de acordo com o algoritmo desenvolvido por Lopes et al. (2011) que se baseia no cubo dos temperamentos utilizado pela caracterologia de René Le Senne (Le Senne, 1963 e Justo, 1966), onde os fatores fundamentais do caráter ou temperamento humano são: *emotividade, atividade e repercussão*. Basicamente, o algoritmo de Lopes et al. (2011) forma grupos de alunos baseados tanto na existência de semelhanças (grupos afins) ou na falta delas (grupos antitéticos) entre suas características sócio afetivas notáveis. É importante destacar que o algoritmo de Lopes et al. (2011) possui resultados bem consolidados, os quais mostram que grupos afins apresentam melhor desempenho que grupos escolhidos de forma aleatória.

Outro ponto importante, na arquitetura SMA proposta é que o perfil/temperamento dos alunos, bem como o desempenho dos grupos, durante o ciclo de vida do grupo será persistido na Base de Conhecimento do SMA. O objetivo de persistir essas informações dos grupos é permitir que o Agente FORMADOR DE GRUPOS melhore as composições já testadas. Assim, o agente proposto nesta seção, estenderá o papel do algoritmo de Lopes et al. (2011) ao levar em consideração a avaliação (definição de desempenho de grupos) realizada pelo agente AVALIADOR DE GRUPOS, que será descrita na seção 3.2, para assim, caso necessário, reformular os clusters e aprender com experiências anteriores.

O Agente FORMADOR DE GRUPOS possui os seguintes papéis: (a) Obter informações dos alunos para definição das características sócio afetivas dos mesmos, conforme os temperamentos *emotividade*, *atividade* e *repercussão*. (b) Formar grupos sócio-afetivos. (c) Comunicar ao agente AVALIADOR DE GRUPOS o término do processo de formação de grupos. (d) Após o processo de avaliação, o agente obterá o desempenho de grupos do agente AVALIADOR DE GRUPOS e (e) Verificar se o desempenho será satisfatório ou não (a ser descrita na seção 3.3). Se o desempenho não for satisfatório, então esse agente reformulará os grupos para obtenção de uma melhor colaboração nesse ambiente CSCL. A Figura 2 apresenta o diagrama de Caso de uso do agente FORMADOR DE GRUPOS, em que podem ser observados os papéis desse agente.



Figura 2. Diagrama de Caso de Uso do Agente FORMADOR DE GRUPOS.

3.2 Agente AVALIADOR DE GRUPOS

Na Figura 3 é ilustrado o diagrama de Caso de uso do agente AVALIADOR DE GRUPOS, cujos principais papéis são: (a) obtenção do perfil de alunos e grupos formados através do Agente FORMADOR DE GRUPOS; (b) obtenção da avaliação dos alunos sobre seus grupos e do professor sobre os grupos formados, em que o questionário disponível ao professor e alunos, pelo agente AVALIADOR DE GRUPOS, considera critérios de Bonals (2003) e Silveira (2006). (c) processar os dados com as informações do professor, grupos e alunos; (d) avaliar a colaboração dos grupos; (e) determinar o desempenho para cada grupo; (f) indicar grupo mais colaborativo e (g) comunicar o término do processo de avaliação ao agente FORMADOR DE GRUPOS.

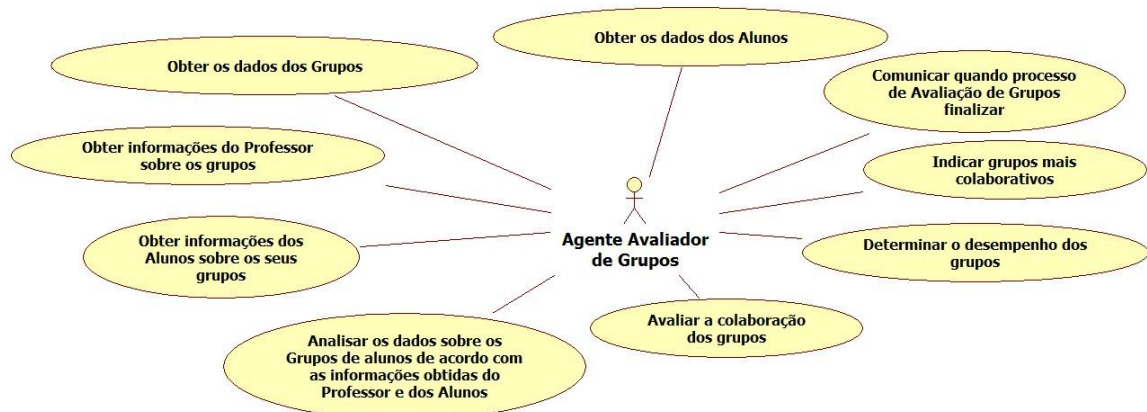


Figura 3. Diagrama de Caso de Uso do Agente AVALIADOR DE GRUPOS.

3.3 Avaliação de desempenho de grupos do SMA

Para o processo de avaliação e desempenho da aprendizagem em grupo, será utilizada uma metodologia, baseada em critérios propostos por Bonals (2003) e em questionários de avaliação de grupos propostos por Silveira (2006). As etapas da metodologia são descritas abaixo:

- (i) Orientar os alunos quanto ao desenvolvimento da atividade de aprendizagem colaborativa (aspectos colaborativos, tempo de realização da atividade, domínio de conhecimento da atividade, entre outros);
- (ii) Definição do tamanho de grupos (de 3 a 5 alunos por grupo);
- (iii) Definição do ambiente CSCL para a realização da atividade de aprendizagem (Moodle ou outro ambiente virtual de aprendizagem, de forma que o professor tenha um controle das frequências dos alunos (login), das quantidades de reuniões e do *feedback* das atividades desenvolvidas pelos alunos;
- (iv) Avaliação de desempenho dos grupos na realização das atividades desenvolvidas. A partir desse momento, o agente AVALIADOR DE GRUPOS obterá os perfis dos alunos e dos grupos formados, bem como as avaliações do professor e a avaliação individual de cada aluno sobre seus grupos de trabalho.

Na Tabela 2, tem-se o questionário de avaliação realizada pelo professor sobre os grupos de trabalho. Essa avaliação leva em consideração quatro níveis qualitativos, os quais são: *Fraco*, *Elementar*, *Bom* e *Ótimo*. Após essa etapa, tem-se a avaliação dos alunos sobre seus respectivos grupos de forma que se tenha um questionário distinto do professor, conforme é mostrada na Tabela 3, a qual considera, também, os mesmos quatro níveis qualitativos citados anteriormente.

Tabela 2. Avaliação do trabalho do grupo (avaliação do professor).

Aspectos	Conceitos
1. Modo como foram divididas as tarefas.	<input type="checkbox"/> Ótimo <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Elementar <input type="checkbox"/> Fraco
2. Realização de todas as tarefas propostas e/ou justificativas das atividades que não puderam ser realizadas.	<input type="checkbox"/> Ótimo <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Elementar <input type="checkbox"/> Fraco
3. Participação dos componentes do grupo na apresentação do trabalho.	<input type="checkbox"/> Ótimo <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Elementar <input type="checkbox"/> Fraco
4. Frequência (não se afastou do grupo durante os trabalhos) em reuniões em ambiente virtual e/ou reuniões presenciais.	<input type="checkbox"/> Ótimo <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Elementar <input type="checkbox"/> Fraco
5. Qualidade das referências das pesquisas realizadas.	<input type="checkbox"/> Ótimo <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Elementar <input type="checkbox"/> Fraco
6. Layout da apresentação.	<input type="checkbox"/> Ótimo <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Elementar <input type="checkbox"/> Fraco
7. Problemas apresentados pelo professor foram resolvidos.	<input type="checkbox"/> Ótimo <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Elementar <input type="checkbox"/> Fraco
8. Comentários pertinentes durante a apresentação.	<input type="checkbox"/> Ótimo <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Elementar <input type="checkbox"/> Fraco
9. Respostas adequadas aos questionamentos do professor durante a apresentação.	<input type="checkbox"/> Ótimo <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Elementar <input type="checkbox"/> Fraco

Tabela 3. Avaliação do trabalho do grupo (avaliação dos membros do grupo).

Aspectos	Conceitos
1. Investigação e recolhimento de informação.	<input type="checkbox"/> Ótimo <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Elementar <input type="checkbox"/> Fraco
2. Modo como aconteceu o compartilhamento de informação entre membros do grupo.	<input type="checkbox"/> Ótimo <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Elementar <input type="checkbox"/> Fraco

3. Participação nas discussões.	() Ótimo () Bom () Elementar () Fraco
4. Comprometimento com as tarefas assumidas.	() Ótimo () Bom () Elementar () Fraco
5. Realização de todas as tarefas propostas e/ou justificativas das atividades que não puderam ser realizadas.	() Ótimo () Bom () Elementar () Fraco
6. Participação dos componentes do grupo na apresentação do trabalho.	() Ótimo () Bom () Elementar () Fraco
7. Frequência (não se afastou do grupo durante os trabalhos) em reuniões em ambiente virtual e/ou reuniões presenciais.	() Ótimo () Bom () Elementar () Fraco
8. Soube lidar com as dificuldades apresentadas na pesquisa.	() Ótimo () Bom () Elementar () Fraco
9. Comentários pertinentes durante a apresentação.	() Ótimo () Bom () Elementar () Fraco
10. Respostas adequadas aos questionamentos realizados pelo professor durante a apresentação.	() Ótimo () Bom () Elementar () Fraco

No primeiro momento, o agente AVALIADOR DE GRUPO fornecerá ao professor e alunos uma interface para avaliação de clusters apresentando os questionários descritos nas Tabelas 2 e 3. Em seguida, obterá os resultados dessas avaliações e a partir de seus resultados aplicará um cálculo para determinar quantitativamente o desempenho dos grupos e assim, verificar a necessidade de se reformular ou não os grupos de alunos, com objetivo de alcançar uma maior colaboração. O cálculo do Desempenho de Grupo, realizado pelo Professor, aqui convencionado de $DG_{Professor}$, é mensurado matematicamente pela Equação 1 expressa abaixo:

$$DG_{Professor} = \frac{1 * Qtd_{Fraco} + 2 * Qtd_{Elementar} + 3 * Qtd_{Bom} + 4 * Qtd_{Ótimo}}{Qtd_{Fraco} + Qtd_{Elementar} + Qtd_{Bom} + Qtd_{Ótimo}}$$

Equação 1 - Cálculo sobre a avaliação realizada pelo professor.

Da Equação 1, tem-se uma média ponderada, onde se leva em consideração a quantidade de atribuições destinadas a cada nível qualitativo: *Fraco*, *Elementar*, *Bom* e *Ótimo*; bem como um peso que varia de 1 a 4, respectivamente, para cada um desses níveis.

Em relação à avaliação dos alunos, tem-se, primeiramente, um cálculo idêntico ao cálculo de desempenho de grupo segundo o professor ($DG_{\text{professor}}$). Para explicar essa etapa de avaliação de desempenho, considerou-se um grupo hipotético de três alunos. Então, na Equação 2, tem-se um exemplo de cálculo para determinação de Desempenho de Grupo conforme aluno1. Esse mesmo cálculo de avaliação sobre esse cluster de alunos será realizada também pelos alunos2 e aluno3.

$$DG_{\text{Aluno1}} = \frac{1 * Qtd_{\text{Fracó}} + 2 * Qtd_{\text{Elementar}} + 3 * Qtd_{\text{Bom}} + 4 * Qtd_{\text{Ótimo}}}{Qtd_{\text{Fracó}} + Qtd_{\text{Elementar}} + Qtd_{\text{Bom}} + Qtd_{\text{Ótimo}}}$$

Equação 2 - Cálculo de avaliação do aluno1 sobre o grupo hipotético.

A partir de então, é feita uma média ponderada das avaliações feitas pelos alunos, de forma tal que o Líder do grupo tem peso igual a 2, nesse caso aluno1, e os demais membros do grupo tem peso 1. A Equação 3 representa o *Desempenho de Grupo para os alunos* (DG_{Alunos}). O Líder recebe peso dois, pois, segundo Boff (2008), o Líder matem o foco no processo e o funcionamento do grupo, coordenando as discussões, assim tendo uma maior capacidade analítica e de lidar com os problemas (ou conflitos) que o grupo enfrenta.

$$DG_{\text{Alunos}} = \frac{DG_{\text{Aluno1}} * 2 + DG_{\text{Aluno2}} * 1 + DG_{\text{Aluno3}} * 1}{2 + 1 + 1}$$

Equação 3 – Exemplo de cálculo de avaliação realizada por todos os membros de um grupo sobre o aluno2.

Finalmente, uma média ponderada do *desempenho de grupo atribuído pelo professor* ($DG_{\text{Professor}}$) e do *desempenho de grupo atribuído pelos alunos* (DG_{Alunos}) é obtida de forma que o desempenho atribuído pelo professor tenha peso 2 e pelos alunos peso 1. A escolha do peso 2 para o professor está relacionada com o fato dele ter os papéis, segundo Dias e Leite (2010) de: orientador e mediador, redirecionando o foco e oferecendo opções no apoio ao trabalho colaborativo de alunos. Esse resultado dessa média ponderada representa o *Desempenho de um Grupo considerado pelo agente AVALIADOR DE GRUPO* (DG). A Equação 4, expressa um exemplo de como esse cálculo é obtido.

$$DG = \frac{Av_{\text{professor}} * 2 + Av_{\text{Grupo}} * 1}{2 + 1}$$

Equação 4 - Desempenho geral de um grupo.

A partir da variável DG, tem-se a nota que representará o desempenho de um grupo. Após o cálculo do desempenho de cada grupo de trabalho e determinação do grupo de melhor desempenho, o agente AVALIADOR DE GRUPO comunicará o término do processo de avaliação ao agente FORMADOR DE GRUPO. Assim, se a nota DG de algum dos grupos for menor que 3, isto é $DG < 3$, o agente FORMADOR DE GRUPOS reformulará os grupos de modo que os novos clusters continuem considerando os caracteres ou temperamentos *emotividade*, *atividade* e *repercussão* dos alunos. Caso o desempenho obtido for igual ou maior que 3, isto é $DG \geq 3$, o agente mantém a formação dos grupos.

4. Conclusões e trabalhos futuros

Com base neste trabalho, observou-se que um Sistema Multiagente se mostra bastante útil em considerar fatores sócio-afetivos dos alunos, de forma que estes venham contribuir significativamente com os resultados esperados de atividades colaborativas, por conta das características que os agentes inteligentes possuem como a autonomia, flexibilidade, comunicação, habilidade social e por potencializar o aprendizado dos alunos de forma automatizada.

Assim, a definição de uma arquitetura SMA formada por dois agentes de software, denominados de Agente FORMADOR de GRUPOS e de Agente AVALIADOR, visa apresentar uma ferramenta computacional que modele as características de alunos, infira sobre esse modelo e busque uma abordagem pedagógica que se adapte ao aprendiz. Desse modo, os agentes propostos cooperam entre si para aperfeiçoar a aprendizagem colaborativa em ambientes CSCL, através da formação de grupos ao considerar os fatores sócio afetivos *emotividade, atividade e repercussão* dos alunos e o *feedback* dado por professor e alunos sobre os clusters de alunos formados.

Portanto, esta pesquisa teve o intuito de contribuir no desenvolvimento de agentes dotados de características sócio afetivas ao proporcionar a extensão e aprimoramento de um modelo consolidado de Lopes et al. (2011), a fim de integrá-lo em ambiente de aprendizagem baseado em arquitetura multiagente que dá suporte ao trabalho colaborativo.

Como trabalhos futuros, há a necessidade de uma implementação do SMA sócio-afetivos proposto em ambientes CSCL, assim como a realização de testes para validação e aperfeiçoamento de suas funcionalidades aplicadas no processo ensino-aprendizagem virtual. A validação desse sistema ocorrerá ao se propor experimentos cognitivos em ambientes virtuais de aprendizagem em que haverá grupos escolhidos aleatoriamente pelos alunos e grupos definidos pelo SMA proposto. De tal modo que ambos os tipos de grupos (aleatórios e afins) possam ser comparados e, conseqüentemente, a arquitetura desenvolvida possa ser testada e o seu desempenho verificado.

5. Referências

- Boff, Elisa. (2008) “Colaboração em Ambientes Inteligentes de Aprendizagem mediada por um Agente Social Probabilístico”. Elisa Boff. Porto Alegre: PPGC da UFRGS.
- BONALS, Joan. (2003) “O Trabalho em Grupo e a Avaliação: Enfrentando as Dificuldades de Avaliação do Desempenho dos Alunos”. Porto Alegre - RS.
- Cunha, Magela Cunha. (2002) “Formação de Grupos de Trabalho Utilizando Agentes de Software”. Departamento de Informática da PUC-Rio.
- Dias, Rosilânia Aparecida; Leite, Lígia Silva. (2010) “Educação à distância: da legislação ao pedagógico”. Petrópolis, RJ: Vozes.
- Jaques, Patrícia Augustin. (1999) “Agentes de software para monitoramento da colaboração em ambientes telemáticos de ensino”. /Patrícia Augustin Jaques. – Porto Alegre, 1999. 89f. Diss. (Mestrado) - Fac. de Informática, PUC-RS.
- Justo, F. S. C. (1966) “Teste de Caráter ao Alcance de Todos”. Editora Escola Profissional La Salle, Canoas Rio Grande do Sul.

- Le Senne, René. (1963) “Traité de caractérologie”. Paris: Presses universitaires de France, <http://caracterologie.ouvaton.org/>.
- Lima, M. R. C.; Labidi, S.; Filho, O. C. B.; Fonseca, L. C. C. (2005) “Aprendizagem cooperativa e o problema de formação de grupos”. In: Renote – Revista de Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 3, n. 1.
- Lopes, José Ahirton Batista Filho; Quarto, Cícero Costa e França, Rômulo Martins. (2011) “Um Algoritmo de Clustering no Auxílio à Formação de Grupos Sócio Afetivos Afins para o Ensino em Ambientes CSCL”. Sixth Latin American Conference on Learning Objects and Technology in Education LACLO, 2011, submission 73.
- Silveira, Sidnei Renato. (2006) “Formação de Grupos Colaborativos em um Ambiente Multiagente Interativo de Aprendizagem na Internet: um estudo de caso utilizando sistemas multiagentes e algoritmos genéticos”. Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2006. 125 f.: il.
- Stahl, G., Koschmann, T., e Suthers, D. (2006) “Computer-supported collaborative learning: An historical perspective”. Cambridge University Press. pp. 409-426.
- Vygotsky, L. S. (1998) “A Formação Social da Mente: o Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores”. São Paulo, Editora Martins Fontes, 10 p.