

Considerando fatores sócio-afetivos para a formação de grupos em ambientes colaborativos de aprendizagem apoiados por computador utilizando algoritmos genéticos

Mark R. C. Lima¹, Cícero C. Quarto², Sofiane Labidi¹, Ida M. M. Schivitz³

¹Universidade Federal do Maranhão
Av. dos Portugueses, Campus do Bacanga
São Luís, 65080-040, MA, Brasil

² Centro de Ciências Tecnológicas – Universidade Estadual do Maranhão
Cidade Universitária Paulo VI, Tirirical, Caixa Postal, 09
São Luís, MA, Brasil

³ Departamento de Psicologia – Universidade Luterana do Brasil
Av. Farroupilha, 8001, Bairro São José
Canoas, 92425-900, RS, Brasil

{mark.renato, ccquarto}@gmail.com, labidi@uol.com.br, schivitz@cpovo.net

Resumo

Na aprendizagem colaborativa, fatores sócio-afetivos, como *cooperação, motivação, afinidades sócio-cognitivas, pró-atividade, interação*, entre outros, desempenham um importante papel de estímulo à colaboração, bem como atuam na construção das relações do ser humano dentro de uma perspectiva sócio-cultural. Segundo pesquisadores, em atividades colaborativas de aprendizagem, habilidades individuais sócio-afetivas de um indivíduo precisam ser conjugadas com as de outros a fim de obterem maior êxito no trabalho coletivo. Embora os pedagogos e outros pesquisadores da educação apontem a importância de considerar fatores sócio-afetivos em atividades colaborativas de aprendizagem, poucos ambientes educacionais colaborativos assim estão fazendo. São a partir destes desafios que este trabalho busca avançar no estado da arte, bem como apresentar ações de inferências dos fatores sócio-afetivos *Capacidade de Cooperação, Personalidade, Liderança e Afinidade Social*, de modo a serem utilizadas como critérios na formação de grupos de estudantes para trabalharem colaborativamente através da modelagem de um *Algoritmo Genético*.

PALAVRAS-CHAVE: afetividade, algoritmos genéticos, aprendizagem colaborativa.

Abstract

Considering social-affective factors for group formation in collaborative learning environments with computer support using genetic algorithms. In collaborative learning, affective-partner factors such as cooperation, motivation, cognitive-partner affinities, pro-activity, interaction, among others, play an important role of stimulation to collaboration, as well as they act in the construction of relations of human being of a cultural-partner perspective. According to researchers, in collaborative activities of learning, affective-partner individual abilities of one person need to be conjugated with other ones in order to get greater success in the collaborative work. Although pedagogues and other researchers turned towards education recognize the importance to consider affective-partner factors in learning collaborative activities, only a few collaborative educational environments are making considerations into this matter. It is from this challenge that this work searches to advance in the state of the art, as well as to present actions of inferences of the affective-partner factors: *Capacity of Cooperation, Personality, Leadership and Social Affinity*, in order that they be used as criteria in the formation of groups of students to work collaboratively through the modeling of a *Genetic Algorithm*.

KEY WORDS: emotions, genetic algorithms, collaborative learning.

1 Introdução

O surgimento da Internet e o desenvolvimento das tecnologias de informação tornaram possível que a modalidade de aprendizagem colaborativa também passasse a ser empregada em sistemas computacionais de ensino-aprendizagem, o que fez surgir a aprendizagem colaborativa apoiada por computador (tradução do inglês da sigla CSCL – *Computer Supported Collaborative Learning*). Esses ambientes permitem aos estudantes¹ trabalhar em conjunto mesmo estando separados no tempo e espaço.

Para Vygotsky (1998), a colaboração entre pares ajuda a desenvolver estratégias e habilidades de solução de problemas pelo processo cognitivo implícito que se encontra na interação e na comunicação. Ainda segundo Vygotsky, o trabalho em colaboração com um colega mais apto intensifica a *Zona de Desenvolvimento Potencial* (ZDP). A ZDP é interpretada como a faixa de desenvolvimento potencial que cada pessoa tem para aprender. Desta forma, o desenvolvimento cognitivo completo requer interação com outros colegas. Além desses conceitos, Vygotsky defende que funções cognitivas ocorrem prioritariamente no nível social para depois ocorrerem no nível individual. A ubiquidade da aprendizagem colaborativa e seu potencial para apoiar aprendizagem em grupo de maneira interativa têm convencido muitos educadores contemporâneos de que esses ambientes são o futuro das próximas gerações de ferramentas educativas para ensino a distância (Kreijns *et al.*, 2002).

Conforme Balkcom (2007), a aprendizagem colaborativa é uma estratégia de ensino na qual grupos pequenos, cada um com estudantes de níveis diferentes de habilidades, usam uma variedade de atividades de aprendizagem para melhorar a compreensão de um assunto. Cada aluno do grupo é responsável não somente por aprender o que está sendo ensinado, mas também por ajudar o seu colega, criando uma atmosfera de realização.

Com o suporte à colaboração entre os estudantes, os ambientes CSCL trouxeram consigo alguns desafios, tanto sob aspectos pedagógicos quanto sob aspectos técnicos. Podemos destacar, dentre esses desafios, a *representação dos alunos e seus grupos*, a *interação entre aprendizes* e a *distribuição dos mesmos em grupos*. Para Dillenbourg (1999), o primeiro meio para aumentar a probabilidade de alguns tipos de interação ocorrerem é o cuidado na formação de grupo para colaboração.

São a partir desses desafios que este trabalho busca avançar no estado da arte de ambientes colabora-

tivos de ensino-aprendizagem apoiados por ferramentas computacionais. Para tanto, este trabalho apresenta ações de inferências dos fatores sócio-afetivos *Capacidade de Cooperação, Personalidade, Liderança e Afinidade Social*, que serão utilizadas na modelagem de um *Algoritmo Genético* para a formação de grupos de alunos, de modo a promover, em maior potencialidade, a colaboração de alunos durante a realização de atividades de aprendizagem apoiadas por computador.

Este trabalho encontra-se organizado da seguinte maneira. A seção 2 descreve os fatores sócio-afetivos pedagógicos considerados na pesquisa. Na seção 3 são descritas as metodologias e testes de avaliação dos fatores sócio-afetivos pedagógicos considerados. Na seção 4 é descrito o mecanismo computacional para formação de grupos a partir dos fatores sócio-afetivos pedagógicos considerados e inferidos. Um Estudo de Caso será descrito na seção 5. As conclusões e trabalhos futuros são apresentados na seção 6 e finalmente, na seção 7, são apresentadas as referências.

2 Descrição dos fatores sócio-afetivos pedagógicos

São descritos nesta seção os fatores sócio-afetivos *Capacidade de Cooperação, Liderança, Personalidade e Afinidade Social*, considerados relevantes para promover a colaboração em ambientes de ensino-aprendizagem apoiados por computador.

- *Capacidade de Cooperação*: capacidade que o aluno tem de trabalhar em grupo e poder ajudar os demais colegas na realização das tarefas de ensino (Labidi, 2003). Capacidade que os membros de um grupo têm de se ajudarem mutuamente, que sejam responsáveis não só pelo seu próprio comportamento, mas também pelo comportamento do grupo e pelo produto do seu trabalho (Cochito, 2004). A cooperação é uma cultura, é uma maneira de ver, viver e conviver. Por isso, ela não pode ser simplesmente ensinada e aprendida. Ela precisa ser desenvolvida, ser praticada, ser construída no dia-a-dia das pessoas, nas organizações, nas comunidades e na vida social mais ampla. Mais do que uma atitude diante do trabalho, diante da participação social ou diante das relações interpessoais, a cooperação é parte de uma atitude básica diante da vida (Da Costa, 2006).

¹ Ao longo do texto serão considerados os sinônimos *Estudante, Aluno e Aprendiz*, de forma a não ficar redundante a escrita destes referentes termos ao longo do artigo.

- **Liderança:** processo comportamental que os componentes despertam de influenciar indivíduos e grupos na direção de metas estabelecidas (Barrow *in* Júnior e Winterstein, 2004). Conforme Cartwright e Zander (2005), a liderança promove maior coesão no grupo de trabalho e, sobretudo, favorece as boas relações. Ainda para os autores, liderança é a realização de atos que auxiliam o grupo a atingir seus resultados desejados, e entendem que os atos que se associam a funções do grupo são: auxiliar o estabelecimento de objetivos do grupo; realizar movimento em direção aos objetivos; observar a qualidade da interação e permitir coesão. A liderança é um aspecto da personalidade, uma característica que alguns indivíduos têm e outros não. O líder consegue associar-se emocionalmente às pessoas, com habilidade de tocar no sentimento de seus liderados (Lira e Paz, 2005).
- **Personalidade:** personalidade é a qualidade do que é pessoal, caráter próprio e exclusivo de uma pessoa, individualidade consciente (Bueno, 2000). Personalidade são traços, crenças, atitudes e valores que se integram em uma configuração característica do indivíduo. Alguns traços de personalidade indicam a possibilidade de maior ou menor adequação a certas atividades sendo, por vezes, *sine qua non* ou contra-indicativos. Uma pessoa muito rígida em seu modo de fazer as coisas terá enormes dificuldades em uma atividade que exija flexibilidade, assim como uma pessoa extrovertida e comunicativa não pode trabalhar de maneira isolada por muito tempo (Santos, 2003).
- **Afinidade Social:** a afinidade social leva em consideração o respeito e a vontade dos estudantes trabalharem juntos, pois facilitará no processo de colaboração de grupo (Jones e Issroff, 2005; Cortelazzo *in* Prola, 2003). A afinidade social sempre terá um efeito significativo na natureza e afetividade de uma interação colaborativa (Issroff e Del Soldado *in* Jones e Issroff, 2005). Estudantes que trabalham juntos em função da afinidade social não precisam negociar as regras de colaboração, pois conseguem estabelecer modos de interação que são explicitamente entendidos pelo grupo. Porém, estudantes que trabalham juntos sem afinidade social geralmente devem negociar as regras da interação, o que se torna desmotivador para alguns participantes (Issroff *et al.* *in* Jones e Issroff, 2005).

3 Metodologias e testes de avaliação dos fatores sócio-afetivos pedagógicos

Nesta seção, são descritos os métodos de inferências e os testes de avaliação dos fatores sócio-afetivos *Capacidade de Cooperação, Personalidade, Liderança e Afinidade Social*, considerados relevantes em ambientes de ensino-aprendizagem colaborativos apoiados por computador.

3.1 Inferindo o fator sócio-afetivo Capacidade de Cooperação

A inferência do fator *Capacidade de Cooperação* consistiu na análise manual dos *logs* de sessões de *Chat* da disciplina da graduação de Introdução à Programação, ministrada pela professora Lúcia Giraffa, da PUC do Rio Grande do Sul, no período de março a junho de 1999, para obter os níveis de capacidade de cooperação dos estudantes. Para essas inferências foi adotada a metodologia de identificação do objetivo das frases no processo de interação entre os estudantes, ou seja, verificar se a frase trocada na interação entre os estudantes continha valor que pudesse agregar ou gerar conhecimentos ao processo de ensino-aprendizagem ou verificar se as frases incluíam apenas respostas curtas tipo *sim* ou *não*, *isto*, *isto mesmo*, *isso*, *isso mesmo*, etc e com isso saber mais sobre a participação do estudante em cooperar no processo de ensino-aprendizagem colaborativo.

O objetivo dessa análise foi o de verificar o comportamento dos estudantes em processo de interação no ambiente colaborativo de aprendizagem, de maneira a definir seus perfis em função dos níveis de cooperação que cada um proporciona ao longo da construção do conhecimento. Em função da *Capacidade de Cooperação*, os estudantes foram classificados em: *Desinteressados, Participativos e Colaborativos*. Esta abordagem foi considerada por Prola (2003) e estendida neste trabalho. A seguir, são descritos os conceitos de Estudantes Desinteressados, Estudantes Participativos e Estudantes Colaborativos.

- **Estudantes Desinteressados:** estudantes que menos interagem ou que não participam das atividades de ensino. *Interesse* seria a capacidade do estudante de se integrar, dedicar-se e participar, de maneira intensa, na construção do conhecimento quando inserido em ambientes de ensino-aprendizagem (Santos, 2003).
- **Estudantes Participativos:** estudantes que interagem no ambiente de ensino-aprendizagem, porém não de modo a incentivar ou fomentar a participação dos outros colegas. Para Dillenbourg (1999), o grau de interatividade não é definido pela frequência de interações, mas

pela extensão da influência dessa interação em processos cognitivos para o grupo.

- *Estudantes Colaborativos*: estudantes que integram e são incentivadores da participação dos outros estudantes. São estudantes que elucidam conhecimentos, interiorizam, reduzem carga de conhecimentos, resolvem problemas de maneira compartilhada (Dillenbourg, 1999).

Para as inferências dos estudantes em *Desinteressados*, *Participativos* e *Colaborativos*, as seguintes variáveis foram utilizadas:

- a) $nAulas$: número total de aulas;
- b) $nAlunos$: número total de alunos;
- c) CAP_{ij} (contador de aulas em que o aluno participou): identifica se, para todo aluno $i = 1$ até $nAlunos$, este participou ou não da aula j . Essa variável pode assumir 2 valores: 0 ou 1, onde 0 representa que o aluno i não enviou nenhuma mensagem na aula j , e 1 que este aluno enviou de 1 a n mensagens na mesma aula. Dessa maneira,

$$\forall i = 1 \dots nAlunos, \sum_{j=1}^{j=nAulas} CAP_{ij}$$

identifica o número de aulas em que o aluno i participou, não interessando o número de participações em cada aula. Assim, o contador de participações nunca será maior que o $nAulas$, apenas menor ou igual (no melhor caso);

d) CAC_{ij} (contador de aulas em que o aluno colaborou) funciona da mesma forma que o CAP_{ij} , no entanto no que diz respeito às colaborações. Uma colaboração é uma mensagem na qual o conteúdo pode contribuir com a construção do conhecimento do grupo. Logo, o CAC_{ij} identifica se, para todo aluno $i = 1$ até $nAlunos$, este colaborou ou não na aula j . Esta variável pode assumir 2 valores: 0 ou 1, onde 0 representa que o aluno não enviou nenhuma colaboração na aula j , e 1 que o aluno enviou uma ou mais colaborações na mesma aula. Assim, da mesma maneira que o CAP_{ij} , o CAC_{ij} nunca será maior que $nAulas$, apenas menor ou igual.

$$\forall i = 1 \dots nAlunos, \sum_{j=1}^{j=nAulas} CAC_{ij}$$

identifica o número de aulas em que o aluno i colaborou, não interessando o número de colaborações em cada aula.

e) NTP_{ij} representa o número total de participações (mensagens, sejam elas colaborações ou não) do estudante i na aula j . Dessa forma,

$$\forall i = 1 \dots nAlunos, \sum_{j=1}^{j=nAulas} NTP_{ij}$$

identifica o somatório das participações do aluno i em todas as aulas.

f) NTC_{ij} representa o número total de colaborações do estudante i na aula j . Dessa forma,

$$\forall i = 1 \dots nAlunos, \sum_{j=1}^{j=nAulas} NTC_{ij}$$

identifica o somatório das colaborações do aluno i em todas as aulas. A seguir, são descritos os critérios de classificação dos alunos em *Desinteressados*, *Participativos* e *Colaborativos*.

Estudantes Desinteressados - para esse perfil, foi adotado o seguinte critério:

$$\forall i = 1 \dots nAlunos, \sum_{j=1}^{j=nAulas} CAP_{ij} < 0,75 \times nAulas$$

Quando o somatório $\sum_{j=1}^{j=nAulas} CAP_{ij}$ for menor que

setenta e cinco por cento do número de aulas, o perfil do estudante será do tipo *Desinteressado*. Esse percentual de setenta e cinco por cento foi tomado como base a partir da carga horária mínima estabelecida pela LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 - Brasil, 1996), e que foi adotado no contexto deste trabalho.

Estudantes Participativos - para esse perfil, foram adotados os seguintes critérios:

$$\forall i = 1 \dots nAlunos, \sum_{j=1}^{j=nAulas} CAP_{ij} \geq 0,75 \times nAulas \text{ e}$$

$$\forall i = 1 \dots nAlunos, \sum_{j=1}^{j=nAulas} NTP_{ij} \geq 0,9 \times nAulas \times 2$$

Quando o somatório do número de aulas $\sum_{j=1}^{j=nAulas} CAP_{ij}$

que o estudante participou for maior ou igual a setenta e cinco por cento do número de aulas e o número total de

participações do estudante em todas as aulas $\sum_{j=1}^{j=nAulas} NTP_{ij}$

for equivalente a 2 mensagens em 90% (0,9) das aulas, ele é considerado participativo.

Estudantes Colaborativos - para esse perfil, foram adotados os seguintes critérios:

$$\forall i = 1 \dots nAlunos, \sum_{j=1}^{j=nAulas} CAC_{ij} \geq 0,75 \times nAulas \text{ e}$$

$$\forall i = 1 \dots nAlunos, \sum_{j=1}^{j=nAulas} NTC_{ij} \geq 0,9 \times nAulas \times 2$$

onde CAC (contador do número de aulas em que o estudante colaborou) representa se o estudante colaborou ou não na aula e NTC é o somatório do número de

colaborações. Quando o somatório de CAC ($\sum_{j=1}^{j=nAulas} CAC_{ij}$) for

maior ou igual a setenta e cinco por cento do número de aulas e o somatório de NTC ($\sum_{j=1}^{j=nAulas} NTC_{ij}$) for superior ou equivalente a 2 mensagens em 90% (0,9) das aulas que ocorreram, o estudante será inferido como colaborativo.

3.2 Inferindo os fatores sócio-afetivos Personalidade e Liderança

Para Heymans (*in* Justo, 1966), os fatores fundamentais do caráter ou temperamento são: *emotividade*, *atividade* e *repercussão* (duração das representações).

O indivíduo é chamado *emotivo* (E) se experimentar mais facilmente prazer e dor que a média dos homens; no caso contrário, é *não-emotivo* (nE). Será *ativo* (A) se a ação constituir uma necessidade e um prazer para ele; se lhe custar entrar em ação, será *não-ativo* (nA). *Repercussão* é a duração mais ou menos prolongada da influência dos acontecimentos na consciência. O tipo é *primário* (P) quando o efeito se esvai quase logo depois de passado o fenômeno; se a lembrança perdurar, aprofundando-se no subconsciente, e orientar a vida, o indivíduo pertencerá ao tipo *secundário* (S). Ainda segundo Justo, existem oito tipos de temperamentos de caráter, são eles: *Instável*, *Melancólico*, *Líder*, *Social*, *Amorfo*, *Apático*, *Ativo* e *Fleumático*. Justo plotou os

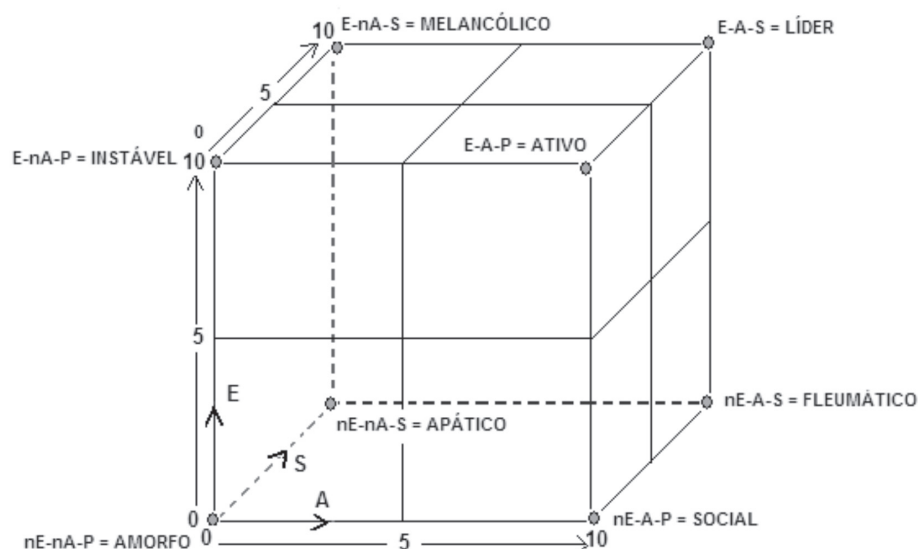


Figura 1. Cubo dos temperamentos (Justo, 1966, p. 5).
Figure 1. Cube of temperaments (Justo, 1966, p. 5).

oito temperamentos em um cubo, o qual o denominou de Cubo dos Temperamentos (Figura 1).

Na Figura 1, temos: na face da direita do cubo, figuram os temperamentos ATIVOS (A); na face à esquerda, os temperamentos NÃO-ATIVOS (nA); embaixo, os NÃO-EMOTIVOS (nE); em cima, os EMOTIVOS (E). Na face anterior, encontram-se os PRIMÁRIOS (P); e na posterior, os SECUNDÁRIOS (S). Os TIPOS ANTITÉTICOS, com fórmula contrária nos três elementos, estão situados nas extremidades das diagonais que passam pelo centro do cubo, são eles: instável e fleumático, melancólico e social, líder e amorfo, ativo e apático. Os TIPOS AFINS, que possuem duas propriedades comuns, estão situados nas extremidades das arestas que convergem para o vértice do temperamento considerado. Por exemplo, o melancólico, o amorfo e o ativo são afins do tipo instável. Os temperamentos afins do tipo

líder são o fleumático, o ativo e o melancólico. A seguir, descreve-se resumidamente cada um dos temperamentos citados, segundo Justo (1966). *Instável*: pessoas com elevado número e variedade de disposições. *Melancólico*: é introvertido, solitário, falta de habilidade na vida prática. *Ativo*: pessoa de ação, é improvisador, não acumula experiência, capacidade de adaptação social, entretém a todos, facilmente entusiasmado, serviçal, prático, empreendedor, ativo. *Líder*: pessoa de mando, de ação. *Social*: pessoa com aptidões práticas, voltadas para o útil, gosta da sociedade, otimista, extrovertido. *Fleumático*: pessoa de pouco impulso (carência de emotividade). *Amorfo*: é dócil, situa-se no pólo oposto do líder, tem falta de iniciativa e entusiasmo, pouca necessidade de ação. *Apático*: não se esperem intensas emoções psíquicas desse tipo, nem decisões repentinas, devido ao grau diminuto de emotividade e atividade.

Para levantar os temperamentos descritos, utilizou-se a *Avaliação Pedagógica Roger Verdier*, por ser didaticamente apropriada para o contexto da pesquisa, haja vista que outros dispositivos mais aprofundados de mensuração e avaliação de características psicológicas exigiria um profissional da área de psicologia e além do que, não se conhece outro instrumento parecido, com as mesmas características e tão acessível. A Avaliação Roger Verdier é composta por quinze questões às quais o aluno deve responder SIM ou NÃO (Figura 2). Se o aluno responder a partir de 3 SIMs para as perguntas 2, 4, 7, 8 e 14 da avaliação pedagógica, ele é considerado E(emotivo), senão será nE (não-emotivo). Se o aluno

responder a partir de 3 SIMs para as perguntas 3, 6, 10, 11 e 13, ele é considerado A (ativo), senão será nA (não-ativo). Se o aluno responder a partir de 3 SIMs para as perguntas 1, 5, 9, 12 e 15, ele é considerado S(repercussão-secundária), senão será P (repercussão-primária).

3.3 Inferindo o fator sócio-afetivo Afinidade Social

Para a inferência do fator sócio-afetivo *Afinidade Social* foi aplicado, após as interações de grupo, um

NetClass
Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem

AValiação PEDAGÓGICA – ROGER VERDIER

Pergunta	Sim	Não
1. Depois de uma emoção, fica impressionado por muito tempo? Gosta de relembrar as emoções (agradáveis ou desagradáveis) do passado?	☐ Sim	☐ Não
2. Fica facilmente acanhado na presença de pessoas?	☐ Sim	☐ Não
3. Começa geralmente pelo trabalho que tem de ser feito, deixando o resto para depois?	☐ Sim	☐ Não
4. Fica muitas vezes e facilmente emocionado? Empalidece, cora, chora, ri, fica nervoso, assusta-se? Bate o coração? Fecha-se a garganta?	☐ Sim	☐ Não
5. Pensa de antemão no que pode acontecer, e prepara-se, tanto quanto possível, com antecedência, para a nova situação?	☐ Sim	☐ Não
6. Procura resolver sozinho as dificuldades, sem ajuda?	☐ Sim	☐ Não
7. É suscetível? Melindra-se facilmente?	☐ Sim	☐ Não
8. Muda facilmente de humor? Isto é, passando da alegria para a tristeza, da tagarelice para o mutismo, do entusiasmo ao desânimo?	☐ Sim	☐ Não
9. Leva tempo para se habituar em caso de mudança? (De casa, localidade, escola?)	☐ Sim	☐ Não
10. Em um trabalho prolongado, aplica-se no fim tanto quanto no começo?	☐ Sim	☐ Não
11. Quando está livre, procura não passatempos, distrações, divertimentos, mas trabalhos, ocupações?	☐ Sim	☐ Não
12. Gosta de conservar os mesmos hábitos (costumes), os mesmos amigos, os mesmos objetos, etc.?	☐ Sim	☐ Não
13. Em caso de dificuldade ou fracasso, em vez de desanimar, recomeça tantas vezes quantas for necessário?	☐ Sim	☐ Não
14. Comove-se ao ouvir ou ler um fato emocionante quase tanto quanto diante de acontecimento real?	☐ Sim	☐ Não
15. Demora para se reconciliar? (Depois de uma desavença, afronta, etc.?)	☐ Sim	☐ Não

Nome:

Caro aluno, utilizando o mouse, marque a coluna do sim ou do não, segundo tiver ou não a característica indicada. Preste muita atenção à parte em negrito das perguntas. Antes de responder, leia atentamente toda a frase.

IRMÃO HENRIQUE JUSTO, F. S. C., 9a edição, 1966.

Rodapé - LSI netclass@lsi.ufma.br

Figura 2. Interface gráfica da Avaliação Pedagógica Roger Verdier².
Figure 2. Graphical interface of Roger Verdier Pedagogical Evaluation.

teste sociométrico constituído por duas perguntas, de modo a avaliar o grau de satisfação que cada estudante teve em relação ao seu colega de grupo ao longo da atividade de ensino-aprendizagem. O teste sociométrico buscou identificar as preferências sócio-afetivas de cada estudante em relação ao seu colega de grupo e qual o motivo.

3.4 Testes de avaliação

Nesta seção são aplicados os testes de avaliação para as inferências dos fatores *Capacidade de Cooperação*, *Personalidade*, *Liderança* e *Afinidade Social*. Os objetivos principais dos testes de avaliação foram: (a) Averiguar a capacidade de cooperação entre os membros do grupo,

² Interface gráfica desenvolvida em JSP (Java Server Page) incorporada aos recursos do Ambiente de Ensino a Distância NETCLASS (<http://www.netclass.ufma.br/netclass>).

(b) Averiguar o papel do líder no grupo e sua capacidade de resolver conflitos, e (c) Avaliar o grau de satisfação de cada aprendiz em trabalhar (interagir colaborativamente) com seu colega de grupo.

3.4.1 Metodologia de avaliação

Para os testes de avaliação das inferências dos fatores sócio-afetivos *Capacidade de Cooperação, Personalidade, Liderança e Afinidade Social* em ambientes de ensino-aprendizagem colaborativos apoiados por computador, a seguinte metodologia de estudo foi adotada:

- Formação de três grupos de alunos, com perfis de personalidade/temperamentos conhecidos por testagem;
- Disponibilização para os grupos de alunos de uma temática única de aprendizagem;
- Para avaliar as lideranças emergentes dos grupos de alunos foi observada, através dos *logs* de *Chat*, a capacidade de cada liderança em resolver os conflitos que surgiam, isto é: Conflitos? Aconteceram (1) ou não (0)? Quando houvesse conflitos no grupo, seria incrementado 0 se o líder não conseguisse resolvê-los, caso contrário, seria incrementado 1;
- Aplicação, após a temática de ensino disponibilizada aos estudantes, de teste sociométrico.

A metodologia definida acima foi adotada com auxílio da psicóloga Ida Maria Schivitz, professora doutoranda do departamento de psicologia da Universidade

Luterana do Brasil (ULBRA/GRAVATAÍ), de modo a avaliar a formação de amizades, relações de proximidade nas interações em trabalho cooperativo de grupo (Silvia, 2005; Batista e Enumo, 2004). As etapas que constituíram a metodologia são descritas a seguir.

Etapa (a) - Formação dos grupos de trabalho com perfis de personalidade/temperamentos conhecidos por testagem:

Nesta etapa foi aplicada a *Avaliação Pedagógica Roger Verdier* na turma da 3ª série do ensino médio da disciplina de Física 3 do Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão – CEFET-MA. O objetivo dessa avaliação foi o de levantar as características da personalidade/temperamento dos alunos. O resultado geral com os perfis dos alunos é mostrado na Tabela 1.

Para melhor avaliar o grau *Capacidade de Cooperação, Personalidade, Liderança e Afinidade Social* dos alunos, com os diversos temperamentos, foram formados três grupos de trabalho, sendo um com temperamentos afins (Tabela 2), um com temperamentos antitéticos (Tabela 3) e outro formado aleatoriamente, ou seja, grupo de alunos com temperamentos diversificados (Tabela 4).

Etapa (b) - Nesta etapa foi disponibilizada aos três grupos a mesma temática de aprendizagem “*Aplicações da Eletricidade no Cotidiano*”. Para o desenvolvimento dessa atividade, os estudantes utilizaram a ferramenta computacional de comunicação síncrona *Chat*, da plataforma virtual de ensino-aprendizagem colaborativa da Universidade Virtual do Maranhão (UNIVIMA – www.univima.com.br).

Tabela 1. Temperamentos dos alunos.
Table 1. Students' temperaments.

Alunos	Temperamento	Alunos	Temperamento	Alunos	Temperamento
Aln1 ³	Líder	Aln11	Fleumático	Aln21	Apático
Aln2	Líder	Aln12	Líder	Aln22	Social
Aln3	Social	Aln13	Fleumático	Aln23	Social
Aln4	Melancólico	Aln14	Fleumático	Aln24	Social
Aln5	Social	Aln15	Apático	Aln25	Fleumático
Aln6	Social	Aln16	Fleumático	Aln26	Fleumático
Aln7	Ativo	Aln17	Apático	Aln27	Fleumático
Aln8	Líder	Aln18	Instável	Aln28	Fleumático
Aln9	Melancólico	Aln19	Líder	Aln29	Melancólico
Aln10	Apático	Aln20	Amorfo	Aln30	Social
				Aln31	Apático

³ Aln – Abreviatura de Aluno. Por exemplo: Aluno1 seria Aln1 e assim sucessivamente para os demais alunos da amostragem.

Tabela 2. Grupo 1 – Temperamentos afins.

Table 2. Group 1 – Related temperaments.

Alunos	Temperamento	Alunos	Temperamento
Aln1	Líder	Aln13	Fleumático
Aln4	Melancólico	Aln14	Fleumático
Aln7	Ativo	Aln16	Fleumático
Aln9	Melancólico	Aln26	Fleumático
Aln11	Fleumático	Aln29	Melancólico

Tabela 3. Grupo 2 – Temperamentos antitéticos.

Table 3. Group 2 – Antithetic temperaments.

Alunos	Temperamentos	Alunos	Temperamento
Aln18	Instável	Aln28	Fleumático
Aln25	Fleumático	Aln10	Apático
Aln20	Amorfo	Aln5	Social
Aln2	Líder	Aln24	Social
Aln27	Fleumático	Aln17	Apático

Tabela 4. Grupo 3 – Temperamentos escolhidos aleatoriamente.

Table 4. Group 3 – Randomly selected temperaments selection.

Alunos	Temperamento	Alunos	Temperamento
Aln3	Social	Aln21	Apático
Aln6	Social	Aln22	Social
Aln8	Líder	Aln23	Social
Aln12	Líder	Aln30	Social
Aln15	Apático	Aln31	Apático
Aln19	Líder		

ma.gov.br), usando a tecnologia digital de comunicação *IP.TV* (Figura 3) e o *Microsoft Office Word* (ferramenta para a elaboração dos textos). O tempo para a realização da tarefa de grupo foi estipulado das 10:20h às 11:30h. O objetivo desta prática era a elaboração de um texto, usando o Microsoft Winword, pelos grupos de estudantes focado na temática de aprendizagem abordada. A avaliação do grupo em relação à atividade de texto passou pelos itens listados a seguir:

(i) A elaboração do texto colaborativo tinha que apresentar as seguintes seções: Introdução (A), Desenvolvimento (B), Conclusões (C), Coesão interna do grupo (D), Coerência na exposição temática (E), Clareza para o leitor (F), Referencial teórico (G), Apreciação do conjunto do texto (H), Apresentação do texto (I) e Criatividade do texto (J). Para análise da qualidade do texto produzido, foi atribuído a cada item o valor de 1 ponto (Tabela 9).

3.4.2 Resultados dos testes do fator sócio-afetivo Capacidade de Cooperação

Nas Tabelas 5 a 7 são mostradas as estatísticas das interações dos alunos no uso da ferramenta *Chat*, bem como as inferências com relação ao perfil dos mesmos em Desinteressado, Participativo e Colaborativo.

3.4.3 Resultados dos testes dos fatores sócio-afetivos Personalidade e Liderança

Com base na metodologia descrita na seção 3.2.1, item (c), construiu-se a Tabela 8, na qual são mostrados os resultados com relação ao papel dos Líderes emergentes nos grupos formados. Esse teste teve como objetivo observar a

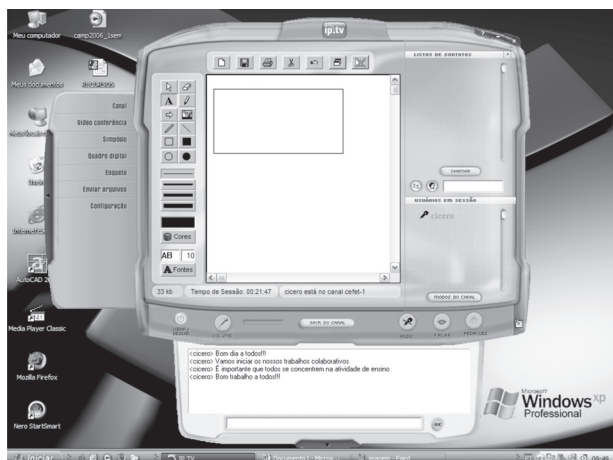


Figura 3. Interface gráfica⁴ do software da tecnologia de comunicação digital IP.TV da UNIVIMA (http://www.ip.tv/iptv_site/ptb/htm/plataforma.html#software).

Figure 3. Software graphical interface of digital communication technology IP.TV of UNIVIMA (http://www.ip.tv/iptv_site/ptb/htm/plataforma.html#software).

conduta do Líder em relação aos conflitos que por ventura vieram a ocorrer ao longo da temática de aprendizagem disponibilizada aos grupos de trabalho, bem como analisar a habilidade que cada Líder teve em resolver esses conflitos. Os dados da Tabela 8 foram levantados por meio de análise, por um agente humano (professor), dos registros de *logs* ao longo das interações. A seguir, são colocados alguns exemplos, de modo a contextualizar os resultados tabelados:

Grupo 2 – temperamentos antitéticos (opostos)

– mensagens com conotação de conflito

10:18:28 <Aln25> como é q eu vou aprender se eu não sei?

10:31:39 <Aln20> VIROU BAGUNÇA ISSO AKI

10:57:31 <Aln24> vamos juntos, tudo vai dar certo

11:04:07 <Aln18> como a gente vai fazer isso?

11:13:54 <Aln17> gente: introdução, desenvolvimento e conclusão, vamu lá galera!

Grupo 3 – temperamentos aleatórios – mensagens com conotação de conflito

<Aln23> eu não

<Aln23> eu não to pedindo a vez o computador tah doidinho

<Aln23> prof. eu nem pego no mouse e o computador despara

<Aln19> prof nao da a vez para rosa

<Aln23> nem pra nonata

<Aln23> o que é teodoro

<Aln23> quem é João?

<Aln23> quem é jise

<Aln23> ?

<Aln23> prof. é José

<Aln23> pode ser o dia todo

<Aln23> p

<Aln23> organizar o que, thalisson esta fazendo, galera

<Aln23> NINGUEM DÁ A VEZ PRA NONATA

<Aln23> cade o pedro, ja terminou

<Aln23> /

<Aln23> não o que teodoro

Mensagem do Aln31 – temperamento: APÁTICO (situação solução conflito/agregador)

<Aln19> prof nao da a vez para rosa

<Aln23> nem pra nonata

Tabela 5. Estatísticas e perfil dos alunos do Grupo 1.

Table 5. Statistics and profile of Group 1 students.

Grupo 1	Aula				Somatório				Perfil do Aluno
	Aula 1								
	NPE	NCE	C_PE	C_CE	NPE	NCE	C_PE	C_CE	
Aln1	4	0	1	0	4	0	1	0	Participativo
Aln4	8	3	1	1	8	3	1	1	Colaborativo
Aln7	0	0	0	0	0	0	0	0	Desinteressado
Aln9	46	6	1	1	46	6	1	1	Colaborativo
Aln11	0	0	0	0	0	0	0	0	Desinteressado
Aln13	55	0	1	0	55	0	1	0	Participativo
Aln14	44	0	1	0	44	0	1	0	Participativo
Aln16	36	0	1	0	36	0	1	0	Participativo
Aln28	0	0	0	0	0	0	0	0	Desinteressado
Aln29	0	0	0	0	0	0	0	0	Desinteressado

⁴ Disponível somente quando o software (protocolo IP.TV) for instalado.

Tabela 6. Estatísticas e perfil dos alunos do Grupo 2.

Table 6. Statistics and profile of Group 2 students.

Grupo 2	Aula				Somatório				Perfil do Aluno
	Aula 1								
	NPE	NCE	C_PE	C_CE	NPE	NCE	C_PE	C_CE	
Aln18	12	0	1	0	12	0	1	0	Participativo
Aln25	42	12	1	1	42	12	1	1	Colaborativo
Aln20	0	0	0	0	0	0	0	0	Desinteressado
Aln2	10	5	1	1	10	5	1	1	Colaborativo
Aln27	7	4	1	1	7	4	1	1	Colaborativo
Aln28	0	0	0	0	0	0	0	0	Desinteressado
Aln10	39	23	1	1	39	23	1	1	Colaborativo
Aln5	23	7	1	1	23	7	1	1	Colaborativo
Aln24	36	13	1	1	36	13	1	1	Colaborativo
Aln17	32	18	1	1	32	18	1	1	Colaborativo

Tabela 7. Estatísticas e perfil dos alunos do Grupo 3.

Table 7. Statistics and profile of Group 3 students.

Grupo 3	Aula				Somatório				Perfil do Aluno
	Aula 1								
	NPE	NCE	C_PE	C_CE	NPE	NCE	C_PE	C_CE	
Aln3	23	14	1	1	23	14	1	1	Colaborativo
Aln6	12	0	1	0	12	0	1	0	Participativo
Aln8	32	21	1	1	32	21	1	1	Colaborativo
Aln12	0	0	0	0	0	0	0	0	Desinteressado
Aln15	0	0	0	0	0	0	0	0	Desinteressado
Aln19	18	5	1	1	18	5	1	1	Colaborativo
Aln21	0	0	0	0	0	0	0	0	Desinteressado
Aln22	3	2	1	1	3	2	1	1	Colaborativo
Aln23	0	0	0	0	0	0	0	0	Desinteressado
Aln30	6	2	1	1	6	2	1	1	Colaborativo
Aln31	37	16	1	1	37	16	1	1	Colaborativo

<Aln31> VAMU PARAR D MULECAGEM AKI
PESSOAL!

**Mensagem do Aln8 – temperamento: LÍDER
(situação: agregadora)**

<Aln8> PESSOAL, ANALISEM BEM O ARQUI-
VO ANTES DE MANDAR
<Aln8> PRA NÃO PERDER TEMPO
<Aln8> E AÍ TEODORO, COMO TÁ O TRA-
BALHO?
<Aln8> TEODORO, VÊ ESSE LINK AQUI
<Aln8> [http://www.geocities.com/prof_lunazzi/
f329/medidas_de_seguranca.htm](http://www.geocities.com/prof_lunazzi/f329/medidas_de_seguranca.htm)
<Aln31> manda
<Aln8> CLICA NELE

<Aln6> é o horário bateu

<Aln31> eh

<Aln6> xau galerinha + ou –

<Aln6> Tá na hora d ir para casa!!!!

<Aln6> Tô com fome!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

<Aln8> GALERA

<Aln8> É ATÉ 12:30

<Aln8> Q O PROF. FALOU

<Aln31> E NAO TEM COMO MONTAR OU
ORGANIZAR ISSO

<Aln8> RAPAZ

<Aln8> REDIGE UM TEXTO AÍ

<Aln8> COMO O TU SABE, SEI LÁ...

<Aln8> 6 MINUTOS...

Etapa (c) - A Tabela 9 mostra a pontuação dos grupos de estudantes com relação à qualidade do texto produzido pelos estudantes, com base no critério descrito na seção 3.2.1, etapa (b), item (i).

Pelos resultados da Tabela 9, concluiu-se que o grupo de alunos formado com perfis afins não elaborou um texto de qualidade, pois teve 0 de pontuação nos itens que exigia o texto. Talvez pela afinidade, tenham se distraído e não conseguiram realizar a atividade proposta. Já os grupos formados com perfis antitéticos e aleatórios apresentaram melhores resultados de cooperação, ou seja, o rendimento de aprendizagem do grupo foi alto, pois conseguiram produzir um texto com boa qualidade.

Etapa (d) - Esta etapa se constituiu em aplicar um *Teste Sociométrico* aos estudantes, após a temática de aprendizagem, com objetivo de avaliar o grau de satisfação de cada estudante em relação ao seu colega em trabalho de grupo. Nas Tabelas 10 e 11 estão mostrados os resultados do *Teste Sociométrico* respondidos pelos estudantes dos grupos 1, 2 e 3. O teste sociométrico foi constituído por duas perguntas: Pergunta 1: *Com quem gostou mais de trabalhar? Por quê?* Pergunta 2: *Com quem gostou menos de trabalhar? Por quê?*

As Tabelas 10 e 11 foram construídas levando-se em consideração as intenções gerais de cada temperamento dos alunos em relação aos demais do grupo. Por exemplo: da primeira pergunta, que questionava *Com quem mais gostou de trabalhar? Por quê?*, quantificou-se que de todos alunos do tipo melancólico que responderam a essa pergunta, um informou que gostou de trabalhar com o tipo fleumático, neste caso, por convenção, atribuiu-se uma estrela (★) e outro aluno, do mesmo tipo, respondeu que gostou de trabalhar com o tipo ativo, computando-se, também nesse caso, uma estrela (★). Já no caso de todos os alunos do tipo social, três responderam que mais gostaram de trabalhar com o temperamento social, ou seja, este tem-

peramento na coluna correspondente recebeu três estrelas (★★★), e assim procedeu-se para os demais estudantes. Para o caso da segunda pergunta, *Com quem menos gostou de trabalhar? Por quê?*, de todos os estudantes do tipo social, seis responderam que não gostaram de trabalhar com o temperamento social, computou-se, nesse caso, seis estrelas (★★★★★★). Nas mesmas tabelas, o símbolo – (hífen) significa que os temperamentos correspondentes não responderam às perguntas. Por exemplo: das Tabelas 10 e 11 pode ser observado que os estudantes dos tipos amorfo e ativo não responderam ao teste sociométrico, por isso atribuiu-se o símbolo –.

Como conclusões do teste sociométrico, podemos apontar que houve uma tendência, embora não mensurada estatisticamente, do grau de satisfação dos estudantes ficar entre temperamentos antitéticos ou não necessariamente afins, isto é, de terem pelos menos duas propriedades do caráter em comum. Também houve uma tendência de temperamentos iguais ou afins não gostarem de trabalhar juntos.

A partir dos resultados obtidos das inferências dos fatores sócio-afetivos *Capacidade de Cooperação, Personalidade, Liderança e Afinidade Social*, apresenta-se na seção 4 um mecanismo computacional baseado em *Algoritmos Genéticos* para a formação dos grupos, que leva em consideração fatores sócio-afetivos para a formação de grupos para atividades de ensino-aprendizagem colaborativa.

4 Mecanismo computacional para formação de Grupos

Na abordagem aqui proposta para a formação de grupos efetivos de aprendizagem, toma-se o problema como sendo uma tarefa de otimização, onde se pretende obter uma distribuição de grupos ótima para uma determinada classe de estudantes. Essa tarefa de otimização considerou

Tabela 8. Papel das lideranças emergentes dos grupos.
Table 8. Role of emergent group leaderships.

ALUNOS	GRUPOS	CONFLITOS		SE ACONTECERAM CONFLITOS?	
		Aconteceram?	Não Aconteceram?	Agregou?	Desagregou?
Aln1	1		x		
Aln2	2	x		x	
Aln8	3	x		x	
Aln12					
Aln19					

Tabela 9. Análise qualitativa do texto produzido pelos grupos.
Table 9. Qualitative analysis of text produced by the groups.

Grupos	Itens										Total de Pontos
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	7
3	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9

os resultados das inferências dos fatores sócio-afetivos já descritos nas seções anteriores.

Declarando o problema formalmente tem-se: seja C uma classe de $n \times k$ estudantes e $F_1, F_2, \dots, F_m$ uma lista de m fatores pedagógicos afetivos. Suponha que o professor deseja uma “boa divisão” de C em n grupos de k estudantes sujeitos aos fatores $F_1, F_2, \dots, F_m$. Define-se um grupo- k em C como um subconjunto $\{l_1, l_2, \dots, l_k\}$ de C com k elementos. Define-se uma divisão $k \times n$ de C como um subconjunto $\{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ com n elementos, onde cada elemento é um grupo- k diferente em C . Define-se o *fitness* (quão bom é) de uma divisão $k \times n$ D de C levando-se em conta os fatores $F_1, F_2, \dots, F_m$ como uma função definida em termos de $F_1, F_2, \dots, F_m$ que mapeia D em um número φ que mede o *fitness*. Matematicamente, temos:

$$\varphi = \text{FITNESS}(F_1, F_2, \dots, F_m)(D).$$

O problema da formação de grupos da proposta é: *Encontrar uma divisão $k \times n$ D de C que maximize a função $\text{FITNESS}(F_1, F_2, \dots, F_m)(D)$. Matematicamente, temos:*

$$\max_D \text{FITNESS}(F_1, F_2, \dots, F_m)(D)_n$$

Definido o problema da formação de grupos como sendo de otimização, implementou-se um algoritmo genético capaz de encontrar soluções ótimas, especificamente nesse caso, capaz de encontrar a melhor divisão dos estudantes tendo como critérios os fatores sócio-afetivos pedagógicos considerados na pesquisa.

Tabela 10. Com quem mais gostou de trabalhar.
Table 10. Preferences for working more with.

Com quem mais gostou de trabalhar?								
Temperamentos	Melancólico	Instável	Amorfo	Apático	Social	Fleumático	Ativo	Líder
Melancólico						★	★	
Instável					★			
Amorfo	-	-	-	-	-	-	-	-
Apático				★	★			★
Social					★★★			★
Fleumático				★		★★	★	
Ativo	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 11. Com quem menos gostou de trabalhar.
Table 11. Preferences for working less with.

Com quem mais gostou de trabalhar?								
Temperamentos	Melancólico	Instável	Amorfo	Apático	Social	Fleumático	Ativo	Líder
Melancólico						●●		
Instável						●		
Amorfo	-	-	-	-	-	-	-	-
Apático				●	●●			
Social					●●●●●●			
Fleumático						●●	●●	
Ativo	-	-	-	-	-	-	-	-

A idéia básica dos algoritmos genéticos (AGs) consiste, em analogia direta às idéias darwinianas, na sobrevivência dos melhores indivíduos. Os indivíduos com maior capacidade de adaptação ao seu meio ambiente terão maiores possibilidades de sobreviverem e reproduzirem-se do que os indivíduos menos adaptados. Depois de muitas gerações, os indivíduos da população adquirem características que lhe conferem uma maior adaptabilidade ao ambiente que indivíduos das gerações anteriores. Diz-se que determinada população evoluiu se for possível mensurar a diferença, para melhor, entre uma população atual e sua antecessora (Goldberg, 1989).

A execução de um algoritmo genético (AG) começa com a geração, aleatória, de possíveis soluções para o problema dado. Essas soluções serão os indivíduos que irão compor a população inicial. No decorrer do processo de evolução, cada indivíduo é avaliado para determinar seu valor de aptidão (*fitness*). Com base nesses – e somente nesses – valores, uma população de indivíduos evolui para uma nova população mediante a aplicação dos operadores genéticos: seleção, *crossover* e mutação. Esse processo é repetido até que seja satisfeito um critério de parada que, por exemplo, pode ser definido em termos de número máximo de gerações. A Figura 4 mostra um fluxograma que descreve o funcionamento básico dos algoritmos genéticos (AGs).

A primeira decisão que se deve tomar, quando da implementação de um programa de computação evolutiva, é decidir como a solução será representada (Banzhaf *et al.*, 1998). Para o problema em questão, cada cromossomo representará uma classe de estudantes, onde cada gene do cromossomo caracteriza um estudante dentro da classe (Figura 5). Dessa forma, o número de genes do cromossomo é definido pelo número k de estudantes da classe. Sequencialmente, cada conjunto de n genes representa um grupo de estudantes dentro da classe, onde n é o número de estudantes que compõem um grupo. Cada um desses estudantes terá associado um conjunto de atributos sócio-pedagógicos que os distinguirão uns dos outros. Na seção 5 são detalhados esses atributos.

A definição apropriada da função de avaliação é uma das tarefas principais na modelagem dos AGs, já que é através dela que será avaliada a qualidade de cada indivíduo na população (Khosla e Wal, 2001). A qualidade de cada indivíduo é medida pelo seu valor de aptidão (*fitness*), que é a propensão de um indivíduo sobreviver e se reproduzir em um determinado ambiente.

Além da preocupação com uma avaliação correta dos indivíduos, é necessário também um cuidado especial com o desempenho da função de avaliação, pois ela será aplicada para cada indivíduo de cada população e das sucessivas gerações; devido a este fato, grande parte do tempo gasto por um algoritmo genético se aplica à função de avaliação.

Aqui, a função de avaliação de cada indivíduo da população será dada em função dos fatores sócio-afetivos

pedagógicos definidos para a instância do problema em questão. Esses fatores devem ser aplicados de tal forma que associem uma formação D a um valor numérico. Tomemos como exemplo a aplicação da função de avaliação para três fatores sócio-pedagógicos: f_1 , f_2 e f_3 .

Cada um desses três fatores aplicados a uma determinada formação D traduz-se em um valor numérico que indica o grau de aplicação daquele fator para aquela formação. A função de avaliação, então, é dada em função de cada um desses valores (Tabela 12).

5 Estudo de caso

Para se adotar a formação otimizada de grupos utilizando o mecanismo computacional baseado em algoritmo genético proposto neste trabalho foi necessário, primeiramente, estabelecer os fatores sócio-afetivos pedagógicos que foram aplicados como critérios para a formação dos grupos. Assim, definiram-se dois fatores sócio-pedagógicos que foram aplicados no estudo de caso: o primeiro é baseado no *perfil dos estudantes*, onde o professor é responsável por definir quais os agrupamentos aceitáveis em função desse perfil. O segundo é baseado na *afinidade entre os estudantes*, considerando-se os seus tipos de temperamentos determinantes.

5.1 Perfil aceitável de um grupo

O que se chama de *perfil do estudante* é um resumo das atitudes sociais e psicológicas ou características de um determinado estudante. Geralmente define-se o *perfil do estudante* como uma p -tupla, $\langle at_1^l, at_2^l, \dots, at_p^l \rangle$ onde cada $at_{1 \leq i \leq p}^l$, sendo p o número máximo de atributos, é o valor de um atributo do estudante. A esse conjunto de informações sócio-afetivas, que compõem o perfil dos estudantes, dá-se o nome de *modelo afetivo do estudante*.

Assim, a partir desse modelo, definiu-se uma função *perfil do estudante* que mapeia estudantes de uma classe C em perfis. Matematicamente, temos:

$$l \xrightarrow{P} \langle at_1^l, at_2^l, \dots, at_p^l \rangle$$

Para o estudo de caso adotou-se um perfil baseado em dois dos aspectos sócio-afetivos definidos na pesquisa, sendo eles: *Capacidade de Cooperação* (at_1^l) e *Liderança* (at_2^l). Para efeito de análise de resultados, convencionou-se para os referidos fatores ($at_{1 \leq i \leq 5}^l$) uma escala que varia de baixo a alto. Logo, todo estudante está associado a uma tripla tal como $l \xrightarrow{P} \langle medio, baixo, alto \rangle$. Essa escala de valores para cada uma das características associada a cada um dos estudantes determina quão cooperativo

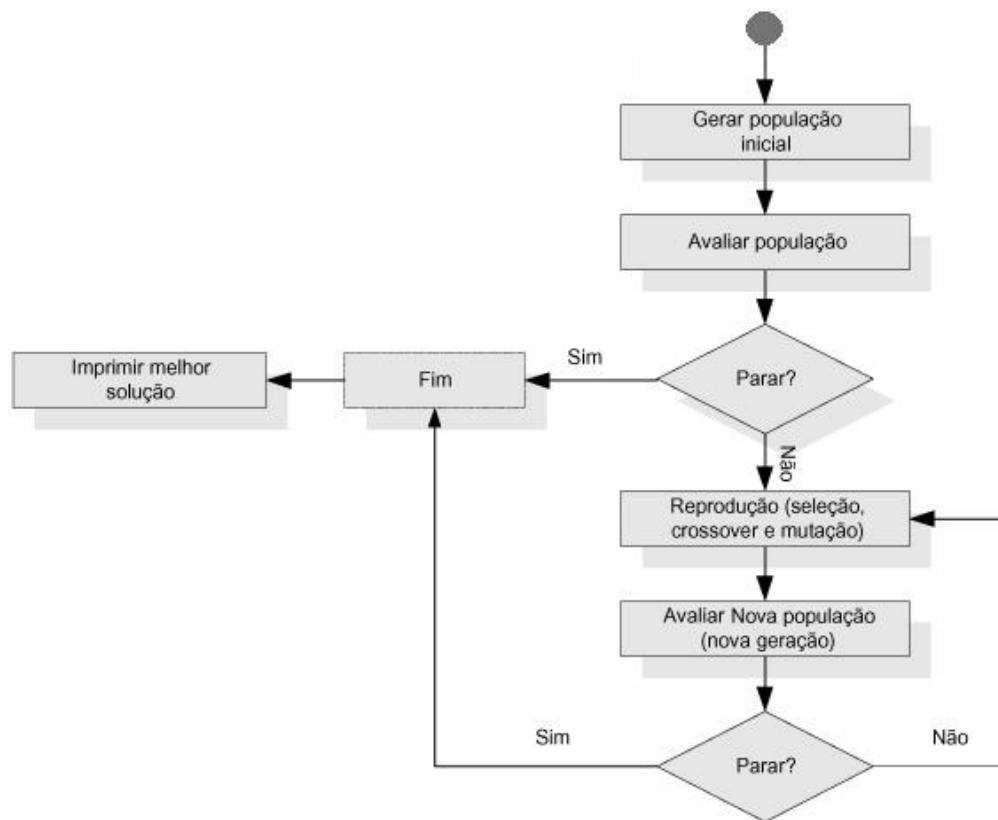


Figura 4. Fluxograma básico de um algoritmo genético (Lima, 2006, p. 36).
Figure 4. Basic flowchart of a genetic algorithm (Lima, 2006, p. 36).

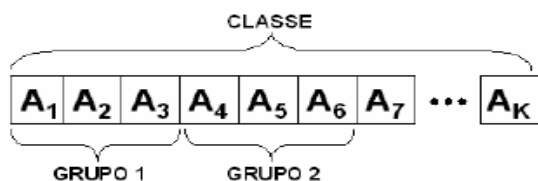


Figura 5. Codificação do cromossomo para $n = 3$ (Lima, 2006, p. 57).
Figure 5. Codification of chromosome to $n = 3$ (Lima, 2006, p. 57).

e líder eles são. Os valores baixo, médio e alto apontam claramente qual o grau de cooperação e liderança presentes nos estudantes.

O professor, embasado no perfil dos estudantes, pode definir então o que para ele é um agrupamento ideal. Em outras palavras, o professor deve descrever, em função dos atributos dos estudantes – *Capacidade de Cooperação* e *Liderança* – o que seria um grupo ideal para a aplicação da aprendizagem colaborativa. O que se chama aqui descrever o grupo é determinar que graus de atributos que cada um dos integrantes dos grupos deveria possuir.

Por exemplo, o professor pode definir o grupo ideal como sendo:

grupo ideal = $\{a_1, a_2, a_3\}$, onde:

$a_1 = \{\text{cooperação: alto, liderança: alto}\}$,
 $a_2 = \{\text{cooperação: médio, liderança: médio}\}$ e,
 $a_3 = \{\text{cooperação: médio, liderança: baixo}\}$.

Considerando-se as diferenças individuais potencialmente existentes entre os estudantes, nem todos os grupos, ou mesmo nenhum, poderiam ser um espelhamento do grupo ideal descrito pelo professor. Portanto é necessária a definição de um grupo aceitável que seria como um limite mínimo de aceitação do professor para os agrupamentos. Assim, define-se um intervalo no qual estão grupos aceitáveis e grupos não-aceitáveis (Figura 6).

Logo, considerando P o perfil dos estudantes na classe C , I o conjunto de perfis do grupo ideal e A o conjunto de perfis do grupo aceitável, define-se a aceitação de um grupo $g = \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$ pelo professor, baseado em P , I e A , como sendo a função:

$$p[g]_A^I = \begin{cases} 3 & \text{if } \{P(a_1), P(a_2), \dots, P(a_k)\} \in I - A \\ 2 & \text{if } \{P(a_1), P(a_2), \dots, P(a_k)\} \in I \cap A \\ 1 & \text{if } \{P(a_1), P(a_2), \dots, P(a_k)\} \in A - I \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Tabela 12. Função de avaliação.

Table 12. Evaluation function.

Fatores Pedagógicos		Função de Avaliação
$f_1(D) = X$		$F(X,Y,Z)$
$f_2(D) = Y$		
$f_3(D) = Z$		

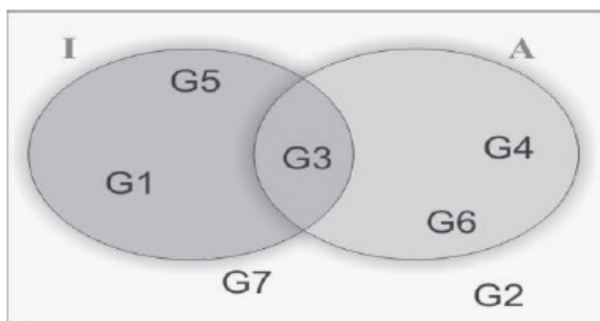


Figura 6. Classificação dos grupos quanto ao perfil (Lima, 2006, p. 77).

Figure 6. Group classification according to the profile (Lima, 2006, p. 77).

Essa função mapeia os grupos em categorias de aceitação. A categoria 3 representa os grupos mais aceitáveis. Categoria 0 não é um grupo aceitável.

5.2 Afinidade de temperamentos

A partir dos resultados empiricamente alcançados pela inferência do fator *Personalidade* e seu efeito nas relações sócio-afetivas, conforme descrito na seção 2, definiu-se o *grau de afinidade* de um determinado grupo g como a função abaixo:

$$t[g] = \sum_{i=1}^n \text{antitetico}(a_i) - \sum_{i=1}^n \text{afim}(a_i)$$

onde $\text{afim}()$ e $\text{antitetico}()$ determinam respectivamente a quantidade de temperamentos afins e antitéticos existentes entre o aluno a_i e os outros $(n-1)$ estudantes do grupo g . Essa função, em conformidade com os resultados alcança-

dos, avalia em maior grau os grupos com o maior número de relacionamentos antitéticos.

Para exemplificar, tomemos dois grupos de três alunos cada. O grupo A , formado pelos alunos (a_1, a_2, a_3) e o grupo B , composto por (b_1, b_2, b_3) . A Tabela 13 mostra a relação dos temperamentos dos alunos em cada um dos grupos.

Como as funções *afim* e *antitetico* resultam na quantidade de cada um desses relacionamentos entre os membros dos grupos, temos os seguintes resultados para cada um dos grupos:

$$t[\text{grupo A}] = \text{antitetico}() - \text{afim}() = 2 - 4 = -2$$

$$t[\text{grupo B}] = \text{antitetico}() - \text{afim}() = 4 - 2 = 2$$

Assim, o valor de t , maior para o grupo B , reflete seu melhor aproveitamento em relação ao grupo A em virtude de possuir um maior número de relacionamentos antitéticos entre seus integrantes.

5.3 Função de avaliação

Definidos os fatores a serem aplicados na formação otimizada de grupos, pôde-se determinar a função objetiva a ser maximizada pelo algoritmo genético. A função de avaliação de cada indivíduo da população é dada pelo cálculo das funções p e t , definidas nas seções 5.1 e 5.2, respectivamente. Onde p está relacionada aos perfis dos estudantes e t está associada com a afinidade entre os estudantes. A função de avaliação é definida em termos de F como mostrada a seguir:

$$F(p[g], t[g]) = p[g] + t[g]$$

Tabela 13. Relação de afinidades entre temperamentos dos alunos.

Table 13. Relation of affinities between students' temperaments.

Grupo A			
	a_1	a_2	a_3
a_1		<i>Afim</i>	<i>antitético</i>
a_2	<i>Afim</i>		<i>afim</i>
a_3	<i>antitético</i>	<i>Afim</i>	

Grupo B			
	b_1	b_2	b_3
b_1		<i>antitético</i>	<i>antitético</i>
b_2	<i>antitético</i>		<i>afim</i>
b_3	<i>antitético</i>	<i>afim</i>	

Assim sendo, a função de avaliação de cada indivíduo D é dada por:

$$fitness = \sum_{g \in D} F(p[g]_A, s[g]_R) = \sum_{g \in D} (x.p[g] + y.s[g])$$

onde $F(.,.)$ mapeia os graus de aceitação e afinidade em números que refletem a qualidade do grupo segundo os critérios estabelecidos.

6 Conclusões e trabalhos futuros

Este trabalho propôs a consideração e inferências de fatores sócio-afetivos pedagógicos como critérios para a formação eficiente de grupos para a aprendizagem colaborativa apoiada por computador. Para tanto, foi descrita uma ferramenta computacional baseada na técnica de algoritmos genéticos.

A primeira parte do trabalho consistiu em determinar quais fatores sócio-afetivos pedagógicos deveriam ser considerados e inferidos. A partir do estudo apresentado, definiu-se por considerar e inferir os fatores *Capacidade de Cooperação, Personalidade, Liderança e Afinidade Social*.

O mecanismo de formação de grupos proposto permite que sejam configurados quais perfis sócio-afetivos pedagógicos devem ser considerados e quais perfis devem fazer parte da amostra ideal de grupo. Dessa forma, o mecanismo foi configurado para formar grupos de estudantes com o perfil descrito.

Como trabalho futuro, pretende-se realizar uma avaliação mais global, com duas turmas de estudantes em maior quantidade. Numa primeira turma, os grupos serão formados aleatoriamente pelo professor. Com essa avaliação pretende-se verificar a efetividade de considerar fatores sócio-afetivos para a formação de grupos em ambientes colaborativos de aprendizagem, utilizando o mecanismo computacional proposto baseado em algoritmos genéticos.

Referências

- BALKCOM, S. 2007. Cooperative Learning: What Is It? Disponível em: <http://www.ed.gov/pubs/OR/ConsumerGuides/cooplear.html>. Acessado em: 07/11/2007.
- BANZHAF, W.; NORDIN, P.; KELLER, R.E.; FRANCONI, F.D. 1998. *Genetic programming: an introduction on the automatic evolution of computer programs and its applications*. São Francisco, Morgan Kaufmann, 450 p.
- BATISTA, M.W.; ENUMO, S.R.F. 2004. Inclusão Escolar e Deficiência Mental: A análise da interação social entre companheiros. *Estudos de Psicologia*, 9(1):101-111.
- BUENO, S. 2000. *Minidicionário da língua portuguesa*. São Paulo, FTD, 592 p.
- CARTWRIGHT, D.; ZANDER, A. 2005. *Dinâmica de Grupo: pesquisa e teoria*. São Paulo, E.P.U., 1042 p.
- COCHITO, M.I.G.S. 2004. Cooperação e Aprendizagem: Educação Intercultural. Disponível em: http://www.acime.gov.pt/docs/Publicacoes/Entreculturas/Coop_Apredizagem_N3.pdf. Acessado em 30/03/2004.
- DA COSTA, A.C.G. 2006. O homem e sua circunstância. Disponível em: http://www.sebrae.com.br/revistasebrae/07/artigodecapa_02.htm. Acessado em: 30/03/2006.
- DILLENBOURG, P. 1999. What do you mean by collaborative learning? In: P. Dillenbourg (ed.), *Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches (Advances in Learning and Instruction)*. Oxford, Elsevier, p. 1-19.
- GOLDBERG, D.E. 1989. *Genetic algorithms in search, optimization and machine learning*. Reading, Addison-Wesley, 432 p.
- JONES, A.; ISSROFF, K. 2005. Learning Technologies: Affective and Social Issues in Computer Supported Collaborative Learning. *Computers and Education*, 44(4):395-408.
- JÚNIOR, R.V.; WINTERSTEIN, P.J. 2004. Aspectos da liderança na Pedagogia do movimento. Um fator psicológico no ambiente dos esportes, jogos e atividades físicas. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd83/lider.htm>. Acessado em :23/09/2008.
- JUSTO, F.S.C. 1966. *Teste de Caráter ao Alcance de Todos*. Canoas, Editora Escola Profissional La Salle, 5 p.
- KNOSALA, R.; WAL, T. 2001. A production scheduling problem using genetic algorithm. *Journal of Materials Processing Technology*, 109:90-95.
- KREIJNS, K.; KIRSCHNER, P.A.; JOCHEMS, W. 2002. The Sociability of Computer-Supported Collaborative Learning Environments. *Educational Technology & Society*. 5(1):8-22.
- LABIDI, S. 2003. *Netclass: Sistema multiagentes ao ensino-aprendizagem colaborativa*. Relatório Técnico. São Luis do Maranhão, Laboratório de Sistemas Inteligentes (LSI), UFMA, 8 p.
- BRASIL. 1996. LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/pceb34_00.pdf. Acessado em: 24/10/2008.
- LIMA, M.R.C. 2006. *Algoritmos Genéticos na Formação de Grupos para Aprendizagem Cooperativa Apoiada por Computador*. São Luis, MA. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Maranhão – UFMA, 101 p.
- LIRA, N.; Paz, S. 2005. *Perfil do Profissional de Grupos*.
- PROLA, A.T.M. 2003. *Modelagem de um agente pedagógico animado para um ambiente colaborativo: Considerando fatores sociais relevantes*. Porto Alegre, RS. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 95 p.
- SANTOS, E. 2003. *Interesse e Personalidade: Fatores Fundamentais*, 2003. Disponível em: <http://www.jfsservice.com.br/galeria/arquivo/profissoes/2003/02/12-Eduardo/>. Acessado em: 23/09/2008.
- SILVIA, A. 2005. Mundos Reais, Mundos Virtuais. Os Jovens nas salas de chat. *Revista Textos de la CiberSociedad*, 6. Disponível em: <http://www.cibersociedad.net/textos/articulo.php?art=37>. Acessado em: 07/11/2007.
- VYGOTSKY, L.S. 1998. *A Formação Social da Mente: o Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores*. São Paulo, Editora Martins Fontes, 191 p.

Submitted on October 23, 2007.

Accepted on July 8, 2008.