

---

# AVALIANDO A EFETIVIDADE DE UM AGENTE PEDAGÓGICO ANIMADO EMOCIONAL

Patrícia Augustin Jaques  
Matheus Lehmann  
Karin Samantha Fontes Jaques

Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PIPCA)  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

pjaques@unisinos.br, matios@gmail.com, karinsamantha@terra.com.br

**Abstract:** *This paper presents an empirical evaluation of an animated pedagogical agent, called Pat (Pedagogical and Affective Tutor), which main goal is to provide emotional support to students: motivating and encouraging them and making them increase their efforts and their intrinsic motivation. The evaluation was accomplished with 39 students of a public middle school in order to verify the impact of the affective agent in the students' performance. The results indicate the effectiveness of the affective support in students' performance.*

**Keywords:** *affective computing, animated pedagogical agents, emotions.*

**Resumo:** *Este trabalho apresenta a avaliação empírica realizada de um agente pedagógico animado e afetivo, chamado Pat (Pedagogical and Affective Tutor), cujo objetivo principal é fornecer suporte emocional ao aluno, motivando-o, encorajando-o a acreditar em suas próprias habilidades, e incentivando-o a aumentar seus esforços e sua motivação intrínseca. A avaliação foi realizada com 39 alunos de uma turma de 7ª série de uma escola local de ensino médio com o objetivo de verificar o impacto do agente afetivo no desempenho dos estudantes. Os resultados indicam a efetividade do suporte afetivo do agente no desempenho dos alunos.*

**Palavras-chave:** *computação afetiva, agentes pedagógicos animados, emoções.*

## 1. Introdução

Psicólogos e pedagogos têm destacado a maneira como as emoções afetam a aprendizagem [Piaget 1989; Vygotsky 1994; Goleman 1995]. Segundo Piaget (1989), é incontestável o papel perturbador ou acelerador da afetividade na aprendizagem. Boa parte dos alunos que são fracos em matemática falha devido a um bloqueio afetivo. Os trabalhos de Izard (1984) apontam que emoções negativas induzidas no aluno mostram prejudicar o seu desempenho em tarefas cognitivas e emoções positivas possuem um efeito contrário.

Por esta razão, vários sistemas educacionais têm buscado considerar as emoções do aluno através da inferência de emoções [Conati 2002; Burleson and Picard 2007], bem como responder emocionalmente a ele, através da geração de emoção, mostrando a

---

riqueza presente na interação afetiva entre aluno e tutor [Faivre *et al.* 2002; Burleson and Picard 2007].

Para que o sistema possa se adaptar à afetividade do aluno, esse deve reconhecer as emoções do aluno. Por exemplo, quando o aluno encontra-se frustrado com sua performance, ele provavelmente irá abandonar a tarefa que está sendo realizada. O ambiente precisa saber quando o aluno está frustrado a fim de encorajá-lo a continuar estudando e a realizar as suas atividades.

Os sistemas educacionais podem expressar emoções, assim como professores empáticos fazem na vida real. Quando eles são capazes de exibir emoções, eles podem motivar e engajar o estudante no seu aprendizado e tornar o aprendizado mais divertido. Para transmitir emoções, esses ambientes educacionais são integrados com agentes pedagógicos animados. Os agentes pedagógicos animados são agentes de software que tem um papel pedagógico de facilitar e aperfeiçoar a aprendizagem do aluno e que são representados por um personagem animado. Esses agentes usam recursos de multimídia para fornecer ao usuário um personagem animado com características semelhantes daquelas de seres vivos inteligentes. Quando projetados para interagir afetivamente com o aluno, estes agentes exibem comportamentos emotivos que são compostos por animações do personagem animado.

Com o propósito de contribuir aos trabalhos existentes em computação afetiva aplicada à educação, foi proposto um agente pedagógico animado, chamado PAT (Pedagogical and Affective Tutor), responsável por fornecer suporte emocional ao aluno, motivando-o, encorajando-o a acreditar em suas próprias habilidades, e incentivando-o a aumentar seus esforços e sua motivação intrínseca. Este suporte do agente se dá através de suas táticas afetivas que são expressas por comportamentos emotivos e mensagens de encorajamento do personagem animado. Para responder apropriadamente, esse agente infere e modela as seguintes emoções do aluno: satisfação e frustração, alegria e tristeza, gratidão e raiva e vergonha, que são inferidas pelas ações e escolhas do aluno na interface do ambiente de aprendizagem, baseado no modelo psicológico cognitivo de emoções OCC [Ortony *et al.* 1988].

Este artigo tem como objetivo principal descrever a avaliação empírica realizada com o agente. Essa avaliação foi realizada com 39 alunos da 7ª série de uma escola de ensino médio com o objetivo de verificar o impacto do agente afetivo no desempenho dos alunos. Os resultados apontam para a efetividade do suporte emocional no desempenho dos alunos.

O presente artigo encontra-se organizado como segue. Na Seção 2 o trabalho proposto é comparado com projetos relacionados no tema de agentes pedagógicos animados e afetivos. A seção 3 descreve sucintamente o processo de inferência de emoções e de escolha das táticas pedagógicas afetivas do agente. A seção 4 descreve a avaliação empírica realizada com alunos. Finalmente, na seção 5 são discutidas as conclusões sobre o experimento.

## **2. Trabalhos Relacionados**

Outros trabalhos têm apontado os benefícios de integrar emoções em agentes pedagógicos animados [Elliott *et al.* 1999; Lester *et al.* 1999; Paiva *et al.* 1999]. De acordo com Elliot e colegas (1999), um agente pedagógico emotivo que se interessa ao progresso do aluno pode encorajar o estudante a dar mais atenção ao seu próprio progresso. Além disso, o uso de emoções torna possível transmitir mais entusiasmo ao

---

assunto a ser aprendido e então à aprendizagem. Eles tornam a aprendizagem mais divertida e motivam os alunos [Lester *et al.* 1999].

Embora esses sistemas já tenham integrado expressões de emoções em agentes pedagógicos animados [Elliott *et al.* 1999; Lester *et al.* 1999; Paiva *et al.* 1999], o seu objetivo era principalmente tornar estes agentes mais credíveis (gerar ilusão de vida [Bates 1994]) e entreter o aluno com a capacidade de expressar emoções. Outros trabalhos [Lester *et al.* 1999; Paiva *et al.* 1999] usam o comportamento emocional do agente para encorajar e motivar o aluno, mas isso não é realizado considerando as emoções atuais do aluno. É importante que o agente leve em conta o momento mais apropriado para encorajar, motivar e elogiar o aluno e principalmente como fazer isso. Um diferencial do trabalho proposto é usar as atitudes emocionais do agente como suas táticas afetivas que são escolhidas de acordo com as emoções do aluno.

Outros trabalhos estão especificamente interessados em inferir as emoções do aluno a fim de adaptar o sistema à afetividade do aluno [Conati 2002]. Conati (2002) propõe um modelo probabilístico que infere seis emoções (alegria, tristeza, vergonha, orgulho, admiração e reprovação) dos alunos em jogo computacional, também baseado no modelo OCC [Ortony *et al.* 1988]. Nossa proposta difere deste trabalho porque propomos uma metodologia para inferir as emoções em um ambiente independente de domínio. Desta maneira, diferentemente do que acontece em jogos, os eventos que podem acontecer e os objetivos dos alunos não se encontram tão bem definidos. Um outro diferencial do nosso trabalho é usar a abordagem BDI, no lugar de redes bayesianas, que permite conhecer as razões que dispararam uma emoção.

O trabalho de Burleson e Picard (2007) propõe um agente emocional que infere as emoções do usuário e espelha seus comportamentos emocionais a fim de verificar o quanto o agente lhes persuade, e a relação social dos alunos com o agente. O agente também usa a informação emocional do aluno a fim de responder à frustração com diálogo de suporte à atividade. Há duas principais diferenças do nosso trabalho em relação a este. Primeiramente, o trabalho de Burleson infere as emoções do aluno através de sensores fisiológicos (como pressão do mouse, condutividade da pele, etc). Embora os sensores fisiológicos tenham obtido melhor precisão na inferência de emoções, eles não estão aptos a conhecer as razões que dispararam uma emoção. Outra diferença é como a informação afetiva é usada pelo agente. Em nosso trabalho, o agente busca estimular os alunos a aprender e a aumentar seus esforços e motivação intrínseca. No trabalho de Burleson o objetivo principal é aumentar a empatia do agente.

### **3. O agente pedagógico animado e afetivo Pat**

Como explicado anteriormente, o objetivo principal do agente Pat é fornecer suporte emocional ao aluno, motivando-o, encorajando-o a acreditar em suas próprias habilidades, e incentivando-o a aumentar seus esforços e sua motivação intrínseca. Este suporte do agente, suas táticas afetivas, é expresso através de comportamentos emotivos e mensagens de encorajamento do personagem animado. Para determinar a melhor tática afetiva a aplicar e o melhor momento para intervir, Pat também infere as seguintes emoções do aluno: satisfação e frustração, alegria e tristeza, gratidão e raiva e vergonha. As emoções do aluno são inferidas pelo seu comportamento observável, ou seja, pelas ações e escolhas do aluno na interface do sistema. O reconhecimento das emoções é fundamentado psicologicamente no modelo cognitivo de emoções OCC [Ortony *et al.* 1988]. O OCC fornece informações de como construir uma interpretação de uma situação do ponto de vista do usuário e para qual emoção esta interpretação nos leva.

Como este artigo foca principalmente na avaliação empírica das táticas afetivas agente, o modelo do aluno e o processo de inferência de emoções são descritos resumidamente. Maiores informações sobre esses podem ser encontrados em [Jaques and Viccari 2004; Jaques and Viccari 2007; Jaques 2008].

As táticas afetivas são determinadas de acordo com as emoções do aluno, o evento que aconteceu (por exemplo, aluno forneceu uma resposta incorreta para um exercício) e sua orientação motivacional (orientado ao desempenho ou à aprendizagem). Devido às restrições de espaço não é possível citar neste artigo todas as táticas afetivas determinadas. Desta maneira, vamos estudar um cenário, ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1: Táticas Afetivas de Aprendizagem

| Evento                                                    | Motivação Extrínseca (Objetivos de Desempenho)                                                                                                                            |                                                              |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1) Aluno forneceu uma resposta incorreta para o exercício | <i>Tristeza/Frustração:</i>                                                                                                                                               |                                                              |
|                                                           | <b>1) Aumenta-auto-eficácia-aluno</b><br>CV: Aumenta-auto-eficácia-aluno<br>CF: Encorajamento<br><b>2) Aumenta-esforço-aluno</b><br>CV: Aumenta-esforço-aluno<br>CF: Fala | <b>3) Oferece-ajuda</b><br>CV: Oferece-ajuda<br>CF: Dá-ajuda |

Vamos imaginar que um aluno que tenha **objetivos orientados ao desempenho**, se sinta **frustrado** porque ele **não realizou uma determinada tarefa corretamente**. Alunos orientados ao desempenho geralmente sentem que não estão aptos para realizar a tarefa quando falham. Usualmente, eles também não fazem mais esforços quando falham, porque eles acreditam que dispensar muito esforço para uma atividade signifique falta de habilidade [Meece and McColskey 2001]. Nesta situação, o agente apresenta uma mensagem para fazer o aluno acreditar mais em suas próprias habilidades e encoraja o aluno dizendo que ele é capaz de realizar a tarefa se despende um pouco mais de esforço. A idéia é mostrar ao aluno que tem orientação motivacional extrínseca que se ele não tiver sucesso em uma atividade isso não significa falta de habilidade, mas que ele pode alcançar melhores resultados com mais esforços.

Para esta situação, Pat seleciona as táticas listadas abaixo. Cada tática é composta por um comportamento verbal (CV) e por um comportamento físico (CF).

Por exemplo, a primeira tática é “aumentar-auto-eficácia-aluno”, o que significa promover no aluno crenças mais positivas sobre sua auto-eficácia<sup>1</sup> [Bandura 1994]. No exemplo acima, para a tática “aumentar-auto-eficácia-aluno”, o agente escolhe um CV do tipo “Aumentar-auto-eficácia-aluno” e um CF do tipo “Encorajamento”. A Figura 1 mostra dois exemplos diferentes de comportamentos que podem ser escolhidos para a tática “aumentar-auto-eficácia-aluno”.

Para cada tática, há mais de um comportamento possível de ser exibido. Por exemplo, para a tática de congratulação (elogio) o agente pode aplaudir o aluno ou mostrar uma cena em que as pessoas o estão aplaudindo. A idéia é tornar o agente mais credível, ou seja, mais real e não tão robótico [Bates 1994]. Para isso, ele deve ter um número variado de falas e animações para uma mesma situação para que o seu comportamento não seja previsível.

Maiores informações sobre o módulo Corpo do agente responsável pela apresentação dos comportamentos podem ser encontradas em [Bocca *et al.* 2003].

<sup>1</sup> De acordo com Bandura (1994), auto-eficácia diz respeito não às habilidades que alguém possui, mas com os julgamentos que esta pessoa tem sobre as suas próprias capacidades/habilidades.

Maiores detalhes sobre o módulo Mente do agente responsável pela escolha das táticas pedagógicas afetivas baseado nas emoções inferidas podem ser vistos em [Jaques 2004; Jaques and Viccari 2005].



**Figura 1. Exemplos de animação para a tática "aumentar-auto-eficácia-aluno"**

#### **4. Experimento de Avaliação Empírica das Táticas Afetivas do Agente**

Para avaliação do agente pedagógico afetivo Pat, o agente foi inserido no ambiente inteligente de aprendizagem, denominado JADE, desenvolvido em uma tese de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da UFRGS [Silveira and Viccari 2002]. JADE é um sistema de ensino baseado na plataforma cliente-servidor, isto é, os dados estão inseridos em um banco de dados em um servidor e os clientes (máquinas dos usuários) devem acessar esse servidor (se logar) através de um navegador web para ter acesso ao conteúdo. Embora tenha sido utilizado para o ensino de física (sendo esta instância chamada de Eletrotutor), ele é independente de domínio, permitindo a inserção de qualquer conteúdo. O conteúdo está apresentado em páginas web agrupadas por seção de assunto. Além disso, as seções possuem pequenos testes de exercícios para serem realizados ao final. A integração de Pat com JADE foi possível, pois esta foi concebida para ser independente de plataforma ou domínio. Dessa forma, o agente considera as situações típicas presentes em todas as plataformas de aprendizagem: sucessos e fracassos em exercícios e testes, pedidos de ajudas, entre outros.

Foram criados três grupos de usuários com versões diferentes de JADE:

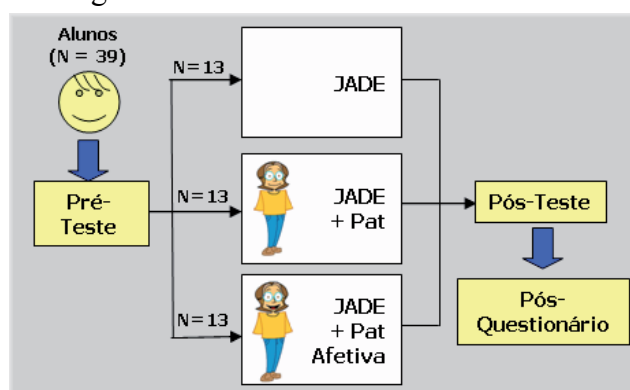
- (1) **JADE**: o primeiro grupo de alunos interage com JADE sem a presença do agente;
- (2) **Pat NÃO afetiva**: outro grupo dispõe do agente inserido no ambiente, mas nesse caso o agente apenas fornece dicas e ajuda ao aluno sem aplicar as táticas afetivas. O agente também não possui reconhecimento de emoções do usuário;
- (3) **Pat afetiva**: o terceiro grupo dispõe de JADE com Pat contendo todas suas funcionalidades, ou seja, aplica as táticas afetivas de acordo com as emoções inferidas e a orientação motivacional do aluno.

Como o objetivo da avaliação é verificar o impacto das táticas afetivas do agente na aprendizagem dos estudantes, optou-se por um delineamento com esses 3 grupos. Isso se faz necessário porque os grupos 1 e 2 serão comparados para se verificar se Pat possui o efeito *persona* com os alunos, ou seja, o impacto positivo para o estudante da simples presença de um agente pedagógico animado bem projetado. Os alunos tendem

a ver o agente animado como credível, útil e divertido, mesmo que ele não seja muito expressivo. Essa comparação irá nos mostrar se Pat foi bem projetada, ou seja se ela também desperta o efeito *persona*, verificado em outros agentes pedagógicos animados bem projetados [Lester *et al.* 1997a]. A comparação entre os grupos 2 e 3 é necessária para se verificar que a inferência emocional e aplicação de táticas pedagógicas afetivas impactam de maneira mais efetiva na aprendizagem do aluno do que a simples presença de um agente animado não afetivo.

Inicialmente, os sujeitos foram informados sobre os objetivos do experimento, o caráter voluntário de sua participação e o completo sigilo que seria mantido sobre quaisquer dados individuais a serem coletados. Sobre o experimento, foi apenas comentado que eles utilizariam um sistema com um personagem animado que tentaria se adaptar às necessidades deles e ajudá-los a aprender melhor o conteúdo. Também foi informado que os alunos poderiam abandonar a pesquisa antes e durante seu curso, sem prejuízo para si.

O experimento de avaliação consistiu das seguintes atividades a serem realizadas pelos alunos, conforme Figura 2.



**Figura 2. Etapas do Experimento de Avaliação do Modelo de Aluno**

A avaliação foi realizada nos dias 04 e 05 de dezembro de 2007, com alunos da 7ª série do Ensino Fundamental de uma escola pública localizada no município de Esteio, RS, Brasil. Ao todo, 20 meninos e 19 meninas realizaram o experimento, perfazendo o total de 39 alunos, com idades que variam entre 12 a 19 anos. Os experimentos foram realizados na própria escola dos alunos, já que esta possuía um laboratório de computadores. O assunto escolhido foi Fuso-Horários.

Primeiramente, os alunos realizaram um pré-teste. O pré-teste é composto por 8 questões de múltipla escolha sobre o conteúdo a ser estudado, e tinha como objetivo avaliar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o tópico. Após, os alunos foram divididos aleatoriamente em 3 grupos de 13 alunos cada, com número próximo de meninos e meninas em cada grupo, onde cada grupo utilizou uma versão diferente do ambiente. Essas seções tiveram duração em média de 30 minutos. Após a utilização do sistema, os alunos realizaram um pós-teste formado pelas mesmas questões do pré-teste, mas com a ordem das questões modificadas. Após o pós-teste, os alunos tiveram um intervalo de 5 minutos e, em seguida, responderam a um questionário de avaliação do agente pedagógico animado Pat.

A média e desvio padrão do pré-teste e do pós-teste dos 3 grupos podem ser observados na Tabela 2.

**Tabela 2. Média e Desvio-Padrão do Pré-teste e do Pós-Teste dos 3 Grupos**

|         | Pré-teste |               | Pós-Teste |               |
|---------|-----------|---------------|-----------|---------------|
|         | Média     | Desvio Padrão | Média     | Desvio Padrão |
| Grupo 1 | 4,04      | 1,543961      | 5,87      | 1,795873      |
| Grupo 2 | 4,71      | 1,779063      | 6,54      | 2,174296      |
| Grupo 3 | 4,52      | 1,806993      | 7,40      | 1,297186      |

Nossa primeira hipótese é que a versão de Pat que considera as emoções do aluno, aplicada no grupo 3, proporciona um ganho significativo de aprendizagem aos alunos. Verificaremos isso através das médias dos alunos do grupo 3 no pré-teste e no pós-teste. As hipóteses nula e alternativa são:

$H_0: \mu_{\text{pos}} \leq \mu_{\text{pre}}$  (hipótese nula)

$H_1: \mu_{\text{pos}} > \mu_{\text{pre}}$  (alegação)

Ou seja, a nossa hipótese nula que queremos negar é que a média dos pós-testes é menor ou igual à média dos pré-testes. Já a nossa alegação busca saber se a média dos pós-testes foi significativamente maior que a média dos pré-testes, mostrando um ganho de aprendizagem para os alunos utilizando a Pat emotiva.

Como queremos comparar as médias de duas distribuições normais e o grupo tem tamanho menor que 20, iremos aplicar o teste t. Tendo um grau de confiança de 99% ( $\alpha=0,01$ ), teremos um valor de p muito próximo a zero ( $<0,01$ ). As notas dos alunos tiveram um aumento de 4,52 (desvio padrão (dp) =1,8) no pré-teste para 7,4 (dp=1,29) no pós-teste. A diferença entre as duas médias é estatisticamente significativa no nível de 0,01 ( $t= 4,6757$ ,  $df = 21,773$ ). Assim, a hipótese nula foi rejeitada. Dessa maneira, podemos concluir com 99% ( $1- \alpha$ ) de confiança que há evidências suficientes para confirmar que há um aumento da média do pós-teste em relação à média dos pré-testes, ou seja, a interação dos alunos com Pat proporciona um aumento significativo nas notas dos alunos.

Porém, queremos saber se dotar um agente pedagógico animado de um mecanismo para considerar as emoções do usuário traz um ganho em nível de aprendizagem aos alunos em relação a ambientes de aprendizagem sem agentes pedagógicos afetivos. Para tanto, precisamos agora comparar as diferentes versões do ambiente de aprendizagem JADE a fim de verificarmos se é possível observar algum ganho a nível de aprendizagem no grupo de alunos que interagiu com a versão de JADE com Pat emotiva em detrimento aos outros grupos.

Vamos primeiramente comparar o grupo 1 (JADE sem Pat) com o grupo 2 (JADE com Pat emotiva). Como iremos realizar essa comparação pelas notas dos alunos no pós-teste, precisamos primeiramente verificar que os alunos possuíam um nível de conhecimento prévio equivalente, comparando as notas dos pré-testes dos 3 grupos.

O teste estatístico de análise da variância One-Way (ANOVA) foi conduzido para determinar se existem diferenças significativas entre os pré-testes dos 3 grupos. As diferenças entre as notas no pré-teste dos 3 grupos não é estaticamente significativa a um nível de 5% ( $F=0,53$ ,  $p=0,59$ ). Desta maneira, não há evidência suficiente para concluir que existe diferença entre as médias no pré-teste dos 3 grupos.

Vamos então para a comparação entre os grupos.

---

Primeiramente, vamos comparar o grupo 1 com o grupo 3 usando o teste t com um grau de confiança de 95% ( $\alpha=0,05$ ). Nossas hipóteses são:

$H_0: \mu_1 \geq \mu_3$  (a média do pós-teste do grupo 1 é maior ou igual a do grupo 3)

$H_1: \mu_1 < \mu_3$  (a média do pós-teste do grupo 1 é menor do que a do grupo 3)

Aplicando o teste t, obtemos  $p < 0.05$  ( $t = -2.5039$ ,  $df = 21.842$ ). Como  $p < \alpha$ , podemos negar a hipótese nula e concluir que há evidências suficientes há um nível de significância de 95% para alegar que o ganho do grupo de alunos que interagiu com Pat afetiva foi maior que o ganho do grupo que interagiu com o ambiente JADE sem agente.

Fazendo a mesma comparação entre os grupos 2 e 3, obtemos  $p = 0.1162$  ( $t = -1.2324$ ,  $df = 19.582$ ). Desta maneira, não há evidência suficiente para afirmar que a presença de um agente que considera as emoções do usuário no ambiente JADE proporcione uma melhor aprendizagem que o ambiente dotado de um agente pedagógico animado não afetivo.

Porém, se comparamos o grupo 2 em relação ao grupo 1, observaremos que também não há evidência suficiente que nos permite alegar que a simples presença de um agente animado “não afetivo” gera uma melhora significativa em nível de aprendizagem aos alunos que o ambiente JADE ( $t = -0.8606$ ,  $df = 23.173$ ,  $p > 0.01$ ).

A nossa hipótese para que é que os agentes pedagógicos animados geram um ganho significativo aos alunos principalmente quando estes os auxiliam na resolução de problema. Essa hipótese já foi apontada anteriormente por [Lester *et al.* 1997b]. Esse não foi o caso da versão de Pat utilizada no grupo 2, assim como no grupo 3. As duas versões de Pat apenas mostravam algumas dicas e explicações sobre assuntos relacionados às páginas visitadas pelo aluno, já que o ambiente não suportava resolução de problemas. Dessa forma, desejamos realizar como trabalho futuro um agente pedagógico animado que considera as emoções do usuário em um sistema tutor inteligente voltado a resolução de equações matemáticas. Dessa forma, poderíamos comparar as versões de um agente pedagógico animado que auxilia na resolução de problemas, quando este considera ou não as emoções do usuário.

Um outro problema que deve ter prejudicado as avaliações é o mau funcionamento das placas de som dos computadores na escola. Só conseguimos habilitar som em 60% dos computadores para os grupos 1 e 2. Além disso, a avaliação do grupo com o agente pedagógico afetivo foi bastante prejudicada, pois no dia em que realizamos a avaliação desse grupo, os fones de ouvido não estavam disponíveis na escola. Acreditamos que a ausência de som tenha prejudicado a avaliação do grupo 3 em relação principalmente ao grupo 2.

Porém, as médias finais dos pós-testes dos 3 grupos ( $\mu_1=5,87$ ,  $\mu_2=6,54$ ,  $\mu_3=7,40$ ), que podem ser observadas com mais detalhes na Tabela 2, nos deixam bastante otimistas em relação ao ganho proporcionado pelo agente afetivo no grupo 3. Acreditamos que as avaliações do grupo 3 (grupo de alunos usando JADE com agente emotivo) foi prejudicada, pois realizamos as avaliações estatísticas apenas sobre os pós-testes usando teste t para amostras independentes. Isso foi necessário, pois muitos alunos não identificaram as folhas dos seus pré e pós testes, não nos permitindo verificar o ganho dos alunos ( $d$ =diferença entre pós-teste e pré-teste) para a realização do teste t pareado para amostras dependentes. O teste t pareado permite identificar e subtrair a variação dentro de grupo (conhecida como “*error variance*”) permitindo assim aumentar a sensibilidade do teste estatístico [StatSoft 1984-2003].

---

Porém, como pode ser observado na Tabela 2, o grupo 3 (que interagiu com a versão afetiva de Pat) além de ter melhorado consideravelmente a nota no pós-teste em relação aos outros grupos, é o único grupo de alunos que também teve o desvio padrão diminuído. Além de não terem tido uma melhora tão significativa nos pós-testes, os grupos 1 e 2 apresentaram um aumento do desvio padrão das notas nos pós-testes.

## 5. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este artigo apresentou uma avaliação empírica realizada do agente pedagógico afetivo Pat. Os experimentos com alunos mostraram que, embora o ambiente de aprendizagem com Pat melhore o desempenho dos alunos (verificado comparando pós-testes com pré-testes dos alunos no grupo 3), não é possível afirmar estatisticamente que o agente emocional propicia um melhor desempenho do que um agente pedagógico animado não afetivo. Por outro lado, diferenças nas médias e variâncias dos grupos 2 e 3 indicam a aplicação de um teste t pareado comprovará a hipótese desejada. Desta maneira, será realizada outra avaliação com identificação dos alunos para a realização do teste t pareado. Desta vez, pretende-se usar apelidos ou outra forma de identificação não intrusiva, pois foi observado que os alunos tinham receio de se identificar temendo que os resultados dos testes fossem repassados aos seus professores.

Além disso, foram levantados alguns dados qualitativos através de um pós-questionário aplicado após a interação para os alunos do grupo 2 e 3. Em geral, os alunos observaram que gostam da aparência de Pat. No Grupo 2, 61% dos alunos notificaram que gostam da aparência de Pat, enquanto que no Grupo 3 esse número chegou a 84%. Além disso, enquanto que no grupo 2 23% dos alunos colocaram que não gostaram da aparência de Pat, no grupo 3 nenhum aluno reportou não gostar de Pat. Esses dados nos fazem acreditar que, como a versão de Pat afetiva é mais empática, devido às táticas que exibem comportamentos do agente que mostram ao aluno que Pat está do lado do aluno, os alunos tendem a gostar mais dela, e, por consequência, de sua aparência. Maiores estudos se fazem necessário para verificar se o gostar da aparência do agente tem uma relação com sua atitude empática, como nossos resultados apontam. Além disso, 70% dos alunos do grupo 2 disseram que gostariam de continuar trabalhando com Pat, enquanto esse número aumentou para 92% no grupo 3. Esses dados também nos apontam uma preferência dos alunos por agentes pedagógicos animados que utilizem táticas afetivas.

## Referências Bibliográficas

- Bandura, A. (1994). Self-efficacy. Encyclopedia of Human Behavior. R. Ramachaudran. New York, Academic Press, p. 71-81.
- Bates, J. (1994). "The role of emotion in believable agents." Communication of ACM 37(7), p. 122-125.
- Bocca, E., Jaques, P. A. and Viccari, R. M. (2003). "Modelagem e Implementação da Interface para Apresentação de Comportamentos Animados e Emotivos de um Agente." Renote Revista Novas Tecnologias na Educação 1(2), p.
- Burleson, W. and Picard, R. W. (2007). "Gender-Specific Approaches to Developing Emotionally Intelligent Learning Companions." IEEE Intelligent Systems 22(4), p. 62-69.
- Conati, C. (2002). "Probabilistic Assessment of User's Emotions in Educational Games." Applied Artificial Intelligence 16(7-8), p. 555-575.

- 
- Elliott, C., Rickel, J. and Lester, J. C. (1999). Lifelike Pedagogical Agents and Affective Computing: An Exploratory Synthesis. In *Artificial Intelligence Today: Recent Trends and Developments*. Springer, p. 195-211.
- Faivre, J., Nkambou, R. and Frasson, C. (2002). Integrating Adaptive Emotional Agents in ITS. *Proceedings of the 6th International Conference on Intelligent Tutoring Systems*. Maceió-Brazil, Springer-Verlag, p. 996-997.
- Goleman, D. (1995). *Emotional Intelligence*. New York, Bantam Books.
- Izard, C. E. (1984). Emotion Cognition relationship and human development. *Emotions, cognition and behavior*, Oxford University Press, p. 59-67.
- Jaques, P. A. (2004). Using an Animated Pedagogical Agent to Interact Affectively with the Student. *Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação*. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. PhD. Thesis, p. 228.
- Jaques, P. A. (2008). Avaliando um Modelo Afetivo de Aluno baseado em uma Abordagem Cognitiva. In *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, SBC, p. in press.
- Jaques, P. A. and Viccari, R. M. (2004). A BDI Approach to Infer Student's Emotions. *Ibero-American Conference on Artificial Intelligence (IBERAMIA)*. Puebla, Mexico, Springer-Verlag. 3315, p. 901-911.
- Jaques, P. A. and Viccari, R. M. (2005). "PAT: Um Agente Pedagógico Animado para Interagir Afetivamente com o Aluno." *Renote Revista Novas Tecnologias na Educação* 3(1), p.
- Jaques, P. A. and Viccari, R. M. (2007). "A BDI approach to infer student s emotions in an intelligent learning environment." *Computers & Education* 49(2), p. 360-384.
- Lester, J., Converse, S., Kahler, S. E., Barlow, S. T., Stone, B. and Bhogal, R. S. (1997a). The persona effect: affective impact of animated pedagogical agents. *SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. Atlanta, Georgia, United States, ACM Press, p. 359-366.
- Lester, J., Converse, S. A., Stone, B., Kahler, S. and Barlow, S. T. (1997b). Animated Pedagogical Agents and Problem-Solving Effectiveness: A Large-Scale Empirical Evaluation. In *World Conference on Artificial Intelligence in Education*, IOS Press, p. 23-30.
- Lester, J., Towns, S. and Fitzgerald, P. (1999). "Achieving Affective Impact: Visual Emotive Communication in Lifelike Pedagogical Agents." *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 10(34), p. 278-291.
- Meece, J. and McColskey, W. (2001). "Improving Student Motivation."
- Ortony, A., Clore, G. and Collins, A. (1988). *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Paiva, A., Machado, I. and Martinho, C. (1999). Enriching Pedagogical Agents with Emotional Behavior: the Case of Vincent. *AIED Life-like Pedagogical Agents*. Le Mans.
- Piaget, J. (1989). Les relations entre l'intelligence et l'affectivité dans le developpement de l'enfant. In *Les Émotions*. Niestlé, p. 75-95.
- Silveira, R. A. and Viccari, R. M. (2002). Developing distributed intelligent learning Environment with JADE - Java Agents for Distance Education Framework. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, Springer-Verlag, p. 105-118.
- StatSoft (1984-2003). *Basic Statistics*.
- Vygotsky, L. S. (1994). The Problem of the Environment. In *The Vygotsky Reader*. Blackwell, p. 338-354.