

Detecção e Tratamento do Estado Afetivo Frustração do Aluno na Disciplina de Algoritmos

Edécio Fernando Iepsen^{1,2}, Magda Bercht¹, Eliseo Reategui¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Caixa Postal 5071 – 90.041-970 – Porto Alegre – RS

² Faculdade de Tecnologia Senac Pelotas
Rua Gonçalves Chaves, 602 – 96.015-560 – Pelotas – RS

edecio@terra.com.br, bercht@inf.ufrgs.br, eliseoreategui@gmail.com

Abstract. *This article proposes the use of Affective Computing techniques into a tool developed to assist students in Algorithm courses - one of the reasons for the high evasion rates in computer related courses. The tool attempts to infer the affective state of frustration and has been validated with an experiment with 58 undergraduate students. Results from the experiment demonstrated that different types of evidence may be related to the frustration state of the student, such as high number of mistakes and large amount of time spent in trying to find a solution to a problem. The paper highlights a proposal of pedagogical actions which try to transform the state of frustration in a learning opportunity for the student.*

Resumo. *Este artigo propõe a inserção de técnicas de Computação Afetiva em uma ferramenta desenvolvida para auxiliar os alunos na disciplina de Algoritmos – uma das principais responsáveis pela alta taxa de evasão nos cursos de computação. A ferramenta busca inferir o estado afetivo frustração e é validada com um estudo de caso realizado com 58 alunos de um curso de graduação. Resultados dos experimentos demonstraram que diferentes evidências podem estar relacionadas ao estado de frustração do estudante – como, por exemplo, elevado número de erros e tempo de resolução do programa. Após, é destacada uma proposta de ações pedagógicas que buscam transformar a frustração em uma oportunidade de aprendizado para o aluno.*

1. Introdução

A Computação Afetiva (CA) vem se expandindo nos últimos anos – como pode ser observado pelo crescente número de revistas e conferências sobre a área (Calvo e D’Mello, 2010) e (INFO, 2011). As aplicações em CA são encontradas em diversas áreas como medicina, educação, marketing e relacionamento humano, procurando capturar, interpretar e responder de forma inteligente às emoções humanas. Na educação, identificar os estados afetivos dos estudantes pode permitir que ações sejam tomadas para auxiliá-los no andamento dos seus estudos (Picard, 1997) e (Longhi et al, 2010). Em nosso trabalho, são empregadas técnicas de CA para detectar quais alunos evidenciam sinais do estado afetivo frustração na disciplina de algoritmos, propondo uma forma de apoiar estes alunos.

Frequentemente são apresentadas pesquisas ressaltando a carência do mercado de trabalho para profissionais oriundos dos cursos da área de computação. Exemplos

destas pesquisas podem ser conferidos em BRASSCOM (2010) e SERPRO (2009). Em uma verificação mais detalhada desta situação, percebe-se que um grande número de alunos ingressa nos cursos da área de computação, mas boa parte destes alunos desiste nos primeiros semestres da faculdade, conferindo a estes cursos – juntamente ao de matemática – as maiores taxas de abandono no país (MEC, 2010).

Uma das razões para esta acentuada desistência é a dificuldade encontrada pelos alunos com os conteúdos e habilidades necessárias na disciplina de algoritmos (Gomes et al, 2008) e (Medina e Fertig, 2006), que tem como objetivo trabalhar o raciocínio lógico voltado para a resolução de problemas de diferentes áreas do conhecimento humano. Esta disciplina está presente nos primeiros semestres da grade curricular dos cursos da área de computação e é essencialmente voltada para a resolução de problemas, como pode ser observado em Ascêncio e Campos (2007). Os exercícios são trabalhados na disciplina a partir da prática pedagógica da resolução de problemas, que é a função básica do programador, e é nestes exercícios que as dificuldades dos estudantes se evidenciam. O grande problema dos alunos consiste em abstrair e descrever as soluções para estes problemas contando com poucas e simples estruturas (Souza et al 2011).

A realização de um exercício de algoritmo envolve a compreensão do problema, a adoção de um conjunto de ações em sequência de procedimentos, sua representação em pseudocódigo ou fluxograma e, em seguida, na sua conversão em um programa, descrevendo-o conforme uma sintaxe específica. Assim, o próprio aluno executa e testa o seu programa, podendo verificar se o algoritmo por ele criado produziu os resultados esperados e corretos. Os erros recorrentes identificados nos testes dos programas criados pelos alunos podem gerar um sentimento de frustração. Este, bem como outros estados afetivos negativos, como a confusão, raiva e ansiedade podem afetar a produtividade, a aprendizagem, as relações sociais e o bem-estar geral dos alunos (Klein, 2002).

Segundo Kapoor et al (2007), desenvolver sistemas capazes de detectar se um aluno está frustrado pode permitir uma intervenção de forma positiva com vistas a auxiliar o aluno a utilizar a sua frustração como um indicador de uma oportunidade de aprendizagem. Para isso, foi desenvolvida uma ferramenta que captura as variáveis comportamentais dos estudantes em um ambiente de programação e as relaciona com o estado afetivo frustração. Para validar esta etapa do trabalho, um estudo de caso foi aplicado com alunos de um curso de graduação, que permitiu a elaboração de uma tabela com os valores de referência das variáveis comportamentais que identificam a frustração do aluno. A segunda etapa do trabalho consiste na exibição de mensagens curtas com dicas sobre cada exercício para os alunos que evidenciam sinais de frustração. Estas dicas podem ser acrescentadas pelo professor ou pelos próprios alunos da turma. Objetiva-se com isso, auxiliar aos estudantes na compreensão dos problemas, e ao mesmo tempo, estimulá-los a compartilhar seus conhecimentos.

No capítulo 2, são apresentados alguns fundamentos sobre CA e, no capítulo 3, são destacados os trabalhos relacionados. No capítulo 4, descreve-se a ferramenta, um estudo de caso e uma proposta de auxílio aos alunos que evidenciam sinais do estado afetivo frustração. Após são apresentados a conclusão e os trabalhos futuros.

2. Computação Afetiva (CA)

Estudos fundamentados por Damásio (1996) ressaltam a importância da afetividade na subjetividade humana, como sendo um elemento indissociável do processo cognitivo.

Assim, acredita-se que o uso das técnicas de CA possa trazer benefícios a diversas ferramentas computacionais utilizadas na área educacional.

A CA é um novo campo de pesquisa da Inteligência Artificial (IA) e, conforme Jaques et al (2009) está dividida em dois ramos principais de interesse: a) estudo de mecanismos para reconhecer emoções humanas ou expressar emoções por máquinas na interação humano-computador; b) investigação sobre a simulação de emoções em máquinas, com aplicações em robótica. A primeira etapa do trabalho apresentado em nossa pesquisa, foca nos mecanismos para reconhecer as emoções humanas na interação humano-computador.

O termo emoção origina-se do latim *emovere* e tem por significado colocar em movimento. Piaget (2005) destaca o quanto o aspecto afetivo é fator energético para o desenvolvimento intelectual utilizando a metáfora da gasolina e do automóvel - onde esta “energia” pode influenciar o funcionamento da aprendizagem. Já estado afetivo é o conjunto das características que determinam a emoção em um indivíduo, num dado instante (Bercht, 2001).

O estado afetivo frustração foi escolhido neste trabalho por ser comumente observado nos alunos nas aulas de algoritmos e pela existência de vários estudos na área de CA que focam neste aspecto, como em (Kapoor et al, 2007), (Klein, 2002) e (Qi, et al 2001). Contudo, não se pretende neste estudo fazer uma clara distinção entre os diferentes estados afetivos (frustração, raiva, tristeza, desânimo, etc). Busca-se apenas obter a indicação de quais ações antecedem ao desejo do aluno de informar que está frustrado. A frustração é um estado emocional resultante da ocorrência de um obstáculo que impede a satisfação de uma necessidade, conforme Lawson (1965). Em sua tese sobre detecção e medição de frustração com computadores, Reynolds (2001) busca definições na psicologia, que vê a frustração como um sentimento negativo que surge quando uma tentativa de atingir um objetivo é contrariada.

Pesquisas de Schank e Neaman (2001) reconhecem que o medo do fracasso é uma barreira significativa para a aprendizagem. Já Kapoor et al (2007) destacam que a perseverança com a falha pode ser transformada em aprendizado, mas não pode levar a frustração intensa, que muitas vezes resulta no desejo do aluno de parar seus estudos, para evitar experiências semelhantes.

3. Trabalhos relacionados

São relacionados a esta pesquisa, o trabalho de Graf (2007) que analisa os diferentes padrões de comportamento dos alunos na utilização no ambiente MOODLE. As seguintes variáveis comportamentais são detectadas: número de acessos e de postagens no fórum, número de vezes em que o aluno participa do chat e o tempo que leva para realizar os exercícios. O diferencial em relação a este trabalho é que o nosso projeto foca na disciplina de algoritmos, capturando as variáveis comportamentais dos alunos quando da realização dos exercícios – principal atividade da disciplina e que oferece um grande conjunto de dados para análise.

Outro trabalho que busca identificar a frustração do aluno na disciplina de algoritmos foi desenvolvido por Rodrigo e Baker (2009). Os autores criaram uma fórmula para identificar a frustração do aluno, com base no número de compilações consecutivas com a edição no mesmo local, número de consecutivos pares de compilação com o mesmo erro, tempo médio entre compilações e número total de erros

– enquanto o aluno realiza os programas utilizando o framework BlueJ. A principal diferença entre a proposta dos autores e a pesquisa aqui realizada é que nosso projeto permite ao professor adaptar a indicação do estado afetivo frustração ao seu grupo de alunos. Além disso, acredita-se que uma ferramenta que utiliza pseudocódigo possa evitar uma série de possíveis dificuldades de um aluno ingressante com o framework BlueJ, que, para alguns autores, é mais adequado para o ensino de Programação Orientada a Objetos (Barnes e Kölling, 2009).

Já em relação aos trabalhos desenvolvidos que buscam inferir o estado afetivo frustração do aluno, Kapoor et al (2007) utilizam equipamentos como câmeras de vídeo que podem capturar as expressões faciais do aluno, monitorar a condutividade da pele (sensor sem fio na mão não-dominante) e verificar a pressão aplicada ao mouse. O trabalho de Mentis e Gray (2002) utiliza sensores táteis para detectar estados afetivos negativos em sistemas computacionais, enquanto que, Qi et al (2001) buscam detectar a frustração dos usuários ao preencher formulários web, utilizando um mouse sensível a pressão. A diferença destes trabalhos com relação ao trabalho aqui apresentado é a utilização de variáveis que podem ser obtidas a partir do monitoramento do ambiente computacional utilizado pelo aluno. Torna-se, assim desnecessário o emprego de um conjunto maior de aparatos tecnológicos para capturar diferentes sinais biológicos do usuário. Em alguns casos, entende-se que o uso destes equipamentos poderia inibir o comportamento dos alunos, além da dificuldade da instalação dos dispositivos nas aulas para todos os estudantes.

4. A Ferramenta de Programação

Para auxiliar ao professor a detectar quais são os alunos que apresentam sinais de frustração ao realizar os exercícios de algoritmos foi desenvolvida uma ferramenta Web onde o aluno elabora os programas em pseudocódigo. Como a disciplina é essencialmente voltada para a realização de exercícios, detectar quais são os alunos que se sentem frustrados durante a realização das atividades fornece uma visão geral de como eles se sentem na disciplina.

4.1. Detectando a Frustração do Aluno

Para realizar a inferência dos estados afetivos dos usuários em um sistema computacional, existem diversos métodos. Os trabalhos de Woolf et al (2009), por exemplo, apresentam quatro dispositivos utilizados para realizar esta captura: a) sistemas de detecção da expressão facial, utilizando dispositivos como webcam; b) cadeira com sensor para análise de postura; c) sensor de pressão do mouse; d) sensores de pele. Aliados àqueles, existem outros métodos, como a análise da voz Kopecek (2000) e de variáveis ou observações comportamentais (Bercht, 2001). São exemplos de observações comportamentais passíveis de serem obtidas em um sistema computacional, o tempo que um aluno demora para realizar uma tarefa, o número de erros que ele comete na execução de uma atividade, a solicitação de ajuda, uso do botão voltar e as palavras utilizadas em comentários.

Para o nosso trabalho, o processo de detecção do estado afetivo frustração do aluno foi desenvolvido utilizando como referência dois trabalhos: a) Kapoor et al (2007): nesta pesquisa, enquanto o aluno realizava um exercício sobre a Torre de Hanói, seus dados eram capturados em um sistema através de equipamentos complexos. O que se buscou fazer foi armazenar um conjunto de expressões afetivas do usuário que

antecediam ao clique deste usuário no botão “Estou Frustrado”. Cada nova ocorrência deste conjunto de expressões afetivas era, então, o indicativo de que o usuário estava frustrado; b) Bercht (2001) indicou que os estados afetivos podiam ser detectados a partir de variáveis comportamentais do aluno em um ambiente computacional.

Tal como o trabalho de Kapoor et al (2007), nossa pesquisa visa registrar as ações dos alunos enquanto estes desenvolvem determinadas atividades, buscando relacionar estes dados com informações sobre os estados afetivos dos estudantes. Contudo, em nossa proposta, são empregados dados de interação dos estudantes com um ambiente de programação como forma de identificar situações que podem levar os estudantes ao estado afetivo de frustração.

4.2. Apresentação da Ferramenta

A ferramenta desenvolvida para validar nossa pesquisa contém, além dos botões característicos dos ambientes de programação (Novo, Salvar e Executar), os botões “Preciso de Ajuda” e “Estou Frustrado” – conforme ilustra a figura 1. Um conjunto de ações do aluno no ambiente são salvas. Quando o aluno clica no botão “Estou Frustrado” estas ações são selecionadas para descrever uma situação que produziu o estado afetivo de frustração no aluno. Em execuções posteriores da ferramenta, o professor pode omitir a exibição destes botões e os valores de referência são então utilizados para identificar os alunos que apresentam sinais de frustração.

Sistemas desta natureza, em que o usuário é solicitado a informar seus estados afetivos, são utilizados com base em pesquisas que indicam que humanos são mais propensos a informar sentimentos negativos sobre si mesmo a sistemas informatizados do que propriamente a outros humanos (Lucas et al, 1977)(Robinson, R., West, 1992).

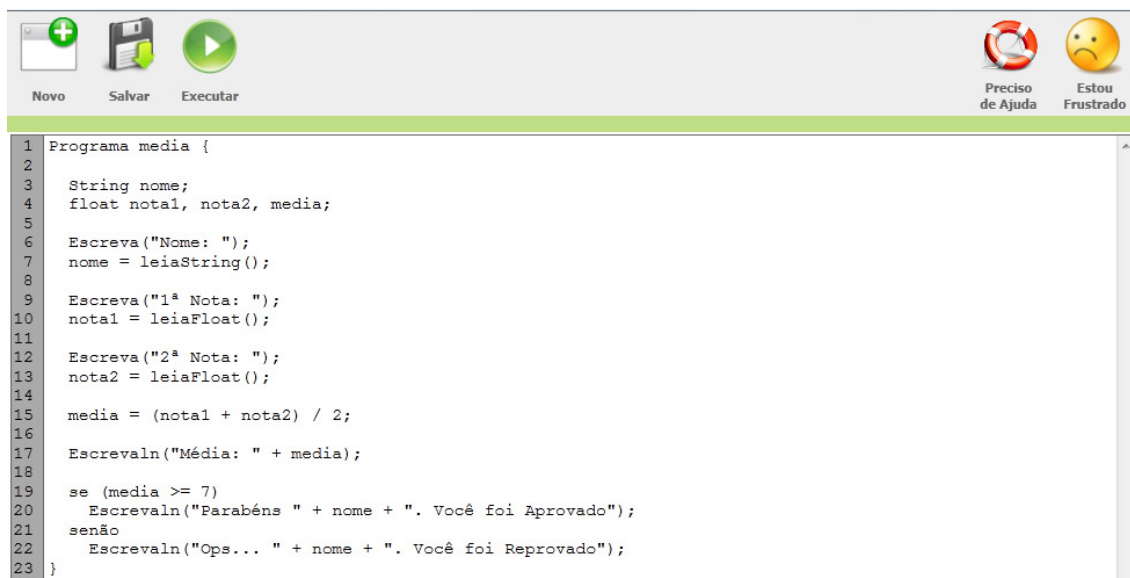


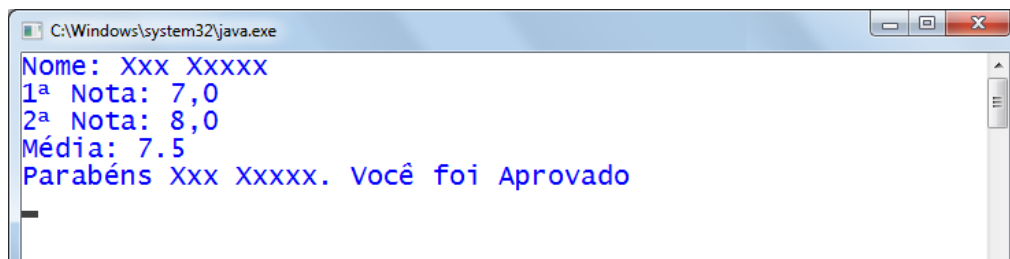
Figura 1. Ferramenta para execução dos algoritmos e captura de dados

Dois são os tipos de erros que podem ocorrer na elaboração de um programa: a) erros de sintaxe – como declaração incorreta de tipos e nomes de variáveis, sintaxe de comandos ou fluxo da programação; b) erros de lógica – quando o programa compila sem erros, mas não apresenta os resultados esperados. No primeiro tipo, o ambiente

informa ao aluno o erro, enquanto que no segundo, é o aluno que deve perceber que seu programa está incorreto.

A partir da experiência dos autores desta pesquisa com o ensino de algoritmos, a ocorrência repetida destes erros, em um mesmo programa ou em programas consecutivos, bem como o tempo que o aluno necessita para resolver um programa, pode evidenciar sinais do estado afetivo frustração no aluno. Assim, a ferramenta foi programada para capturar as seguintes informações para análise: a) número de compilações com erros; b) número total de erros; c) tempo entre o início e a última compilação do programa; d) número de programas anteriores sem solução (sem uma compilação correta); e) número de compilações sem erros de sintaxe.

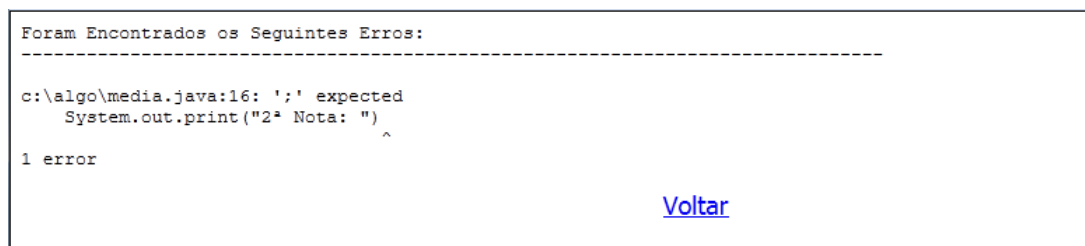
Quando o aluno clica no botão Executar e não existirem erros de sintaxe no pseudocódigo, a ferramenta roda o programa, ou seja, solicita os dados de entrada do algoritmo e exibe os seus dados de saída. A figura 2 exemplifica este processo, onde o aluno digita dados fictícios para testar as funcionalidades deste programa.



```
C:\Windows\system32\java.exe
Nome: Xxx Xxxxx
1ª Nota: 7,0
2ª Nota: 8,0
Média: 7.5
Parabéns Xxx Xxxxx. Você foi Aprovado
```

Figura 2: Execução do programa com dados fictícios informados pelo aluno

Caso ocorra algum erro de sintaxe no pseudocódigo digitado pelo aluno (como ausência de “;” no final da linha, uso incorreto das aspas em uma linha ou uso incorreto de símbolos na nomenclatura de variáveis), uma tela informando os erros é apresentada ao aluno, conforme ilustra a figura 3. Desta forma, o aluno pode clicar no link “Voltar”, corrigir os erros e compilar novamente o algoritmo.



```
Foram Encontrados os Seguintes Erros:
-----
c:\alگو\media.java:16: ';' expected
    System.out.print("2ª Nota: ")
                        ^
1 error

Voltar
```

Figura 3: Tela com a ferramenta indicando erro na sintaxe do pseudocódigo

4.3. Estudo de Caso

Para verificar o funcionamento da ferramenta e fornecer dados de referência para a indicação do estado afetivo frustração do aluno foi realizada sua validação a partir de um estudo de caso. Este estudo foi aplicado para duas turmas da disciplina de Algoritmos & Lógica de Programação, em um curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, no semestre de 2011/1. A ferramenta foi instalada no laboratório de informática utilizado pela disciplina, composto por 25 computadores.

Para “calibrar” a ferramenta com os valores das variáveis comportamentais que servem para indicar o estado afetivo frustração do aluno, foi distribuída uma folha com

6 exercícios com enunciados de problemas a serem solucionados, com exemplos de dados de entrada e saída. Uma aula com 4 períodos foi utilizada para esta atividade, destacando-se que o objetivo da pesquisa, naquele momento, não era de identificar os alunos que precisam de ajuda ou que estavam frustrados, mas sim, de identificar quais as ações que ocorrem na ferramenta que antecedem ao clique nestes botões.

Participaram desta aula 58 alunos de duas turmas (manhã e noite). Para a realização dos 6 exercícios sobre programação sequencial os 58 alunos realizaram 2197 execuções (ou tentativas de execução) dos programas. Um acesso do aluno ao endereço Web da ferramenta cria uma variável de sessão com uma identificação única deste aluno e todas as suas ações são registradas no ambiente.

O botão “Preciso de Ajuda” foi clicado em 21 momentos. Segundo Kapoor et al (2007), ele indica um estado intermediário, de pré-frustração, em que os alunos não se sentem fortemente frustrados. Neste estudo, estes dados não serão analisados. Já o botão “Estou Frustrado” foi clicado pelos alunos em 13 momentos. Após a análise dos dados pode-se identificar as variáveis que se mostraram com maior relevância nas tabelas do banco de dados do sistema. Deste modo, entende-se que os alunos sentiram-se estimulados a clicar no botão “Estou Frustrado” nas situações apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Características comportamentais relevantes que indicaram a ocorrência do estado afetivo frustração nos alunos

| Nº Ocorrências | Característica comportamental relevante | Valores de Referência |
|----------------|--|---|
| 6 | Elevado número de compilações com erros ou número total de erros encontrados nos programas | 14 ou mais compilações de um programa com erros ou total de 52 ou mais erros em um mesmo programa |
| 3 | Elevado número de compilações sem erros, porém com elevado tempo de permanência do aluno no mesmo programa | 10 ou mais compilações do mesmo programa em um tempo igual ou superior a 37 minutos |
| 2 | Elevado número de programas seguidos com erros | 3 programas seguidos compilados com erros (sem uma compilação ok) |
| 2 | Elevado tempo utilizado para resolver um programa | 1 hora e 2 minutos ou mais para resolver um programa |

4.4. Proposta de Auxílio ao Aluno

Para auxiliar os alunos na disciplina de algoritmos que evidenciam sinais de frustração, foi acrescentado à ferramenta um botão que dá acesso a mensagens curtas sobre cada exercício. Estas mensagens podem ser postadas pelo professor da disciplina e pelos próprios alunos, criando um sentimento de comunidade na turma. O conteúdo das mensagens deve ter como objetivo facilitar a compreensão do problema, fornecer dicas sobre técnicas de programação que podem ser utilizadas na resolução daquele algoritmo, ou então, conter links para problemas relacionados ao programa em questão.

As mensagens curtas, como as do Twitter, fornecem um modo rápido e prático de compartilhar informações sobre diversos assuntos. Na ferramenta desenvolvida neste projeto as mensagens serão agrupadas por cada exercício, cabendo ao professor a tarefa de postar a mensagem inicial de apoio à resolução do exercício.

O botão com acesso às mensagens será exibido na ferramenta apenas no momento em que um estudante apresentar as variáveis comportamentais que evidenciam o estado afetivo frustração. Assim pretende-se fazer com que a frustração do aluno possa ser transformada em uma oportunidade de aprendizado, como propõe Kapoor et al (2007). A figura 4 ilustra uma tela com mensagens de auxílio sobre um programa.

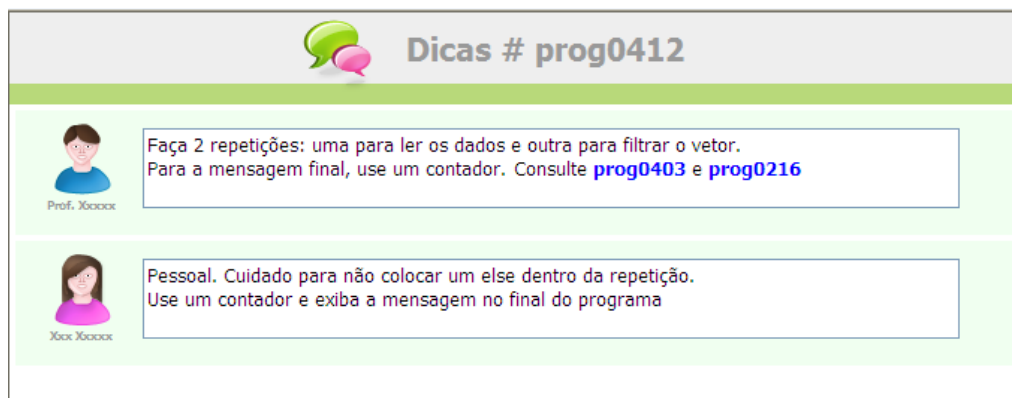


Figura 4: Dicas para auxiliar os alunos que evidenciam frustração

O sistema possui ainda uma “Área Administrativa” onde o professor / tutor tem acesso aos dados de desempenho dos alunos na resolução dos algoritmos a partir do uso da ferramenta. Isto permite ao professor adotar diferentes ações pedagógicas, além da acima mencionada, para auxiliar o aluno. Desta forma, pretende-se evitar a situação citada por Kapoor et al (2007) onde a frustração intensa pode transcender a possibilidade de ser transformada em oportunidade de aprendizagem e resultar no desejo do aluno de desistir dos estudos.

5. Conclusão

O trabalho destaca um estudo da viabilidade de uma ferramenta que permite aos professores de algoritmos direcionarem a sua atenção a alunos que podem estar apresentando estados afetivos desconstrutivos, que são negativos para a aprendizagem – como sugerido em estudos de Picard *et al* (2004). E sugere uma forma de auxiliar estes alunos a partir da exibição de mensagens curtas, postadas pelo professor e pelos próprios alunos.

Um estudo de caso realizado com 58 alunos demonstrou que diferentes evidências podem estar relacionadas ao estado de frustração do aluno, tais como alto número de tentativas de compilação de um programa sem sucesso, elevado número de programas com erros, ou grande quantidade de tempo gasto na tentativa de resolver um algoritmo.

Como destacado na introdução deste artigo, os cursos de computação apresentam um alto índice de evasão, em um mercado carente de profissionais para esta área, sendo a disciplina de algoritmos uma das que registra níveis de evasão mais altos. Desta forma, entende-se que a ferramenta possa ser útil especialmente nas primeiras aulas da disciplina, quando o professor ainda não conhece a maioria dos seus alunos e quando ocorre o maior número de desistências. Assim, a ferramenta permite indicar ao professor quais alunos estão enfrentando dificuldades. Ou seja, permite identificar

aqueles que têm um padrão de comportamento similar ao daqueles alunos que afirmaram estar frustrados na disciplina.

Buscando transformar a frustração em uma oportunidade de aprendizado, a ferramenta exibe um botão com acesso a mensagens curtas de auxílio ao estudante para a resolução de um algoritmo. Este botão somente será exibido no momento em que as variáveis comportamentais do estudante demonstrarem relação com os dados que indicam o estado afetivo frustração. Estas mensagens são postadas pelo professor e pelos próprios alunos da turma.

A ferramenta também pode ser útil na Educação a Distância, modalidade que vêm apresentando um rápido crescimento no Brasil (INEP, 2009). Nesta modalidade, a ferramenta pode ser um importante instrumento de apoio ao professor / tutor, pois permite desde as primeiras aulas, um maior acompanhamento por parte do professor com as dificuldades dos seus alunos.

Como trabalhos futuros, pretende-se criar um portal para disponibilizar a ferramenta para ser utilizada por outros professores que ministram a disciplina de algoritmos. E, desta forma, criar uma comunidade para realização de novos testes e aperfeiçoamento da ferramenta criada com o uso de software livre (Java, PHP e MySQL). Também está sendo desenvolvido um sistema, baseado em técnicas de aprendizagem de máquina, capaz de identificar e armazenar os padrões de comportamento dos alunos com tendência a apresentarem sinais de frustração no decorrer da disciplina de algoritmos.

Referências

- Ascêncio, A.F.G.; Campos, E.A.V. (2007) “Fundamentos da Programação de Computadores”. Editora Pearson Prentice Hall. São Paulo.
- Barnes, D.J., Kölling, M. (2009) “Programação orientada a objetos com Java: Uma introdução prática usando o BlueJ”. São Paulo: Pearson Education.
- Bercht, M.(2001) “Em Direção a Agentes Pedagógicos com Dimensões Afetivas”. Instituto de Informática. UFRGS. Tese de Doutorado. Porto Alegre.
- BRASSCOM - Brazilian Association of Information Technology and Communication. (2010) “Brasil precisa capacitar 520 mil profissionais de TI até 2010”. Disponível em http://www.brasscom.org.br/brasscom/box_brasscom_news. Acesso Julho 2010.
- Calvo, R. A., D’Mello, S. (2010). “Affect Detection: An Interdisciplinary Review of Models, Methods, and Their Applications”. IEEE Transactions on Affective Computing, Vol. 1
- Damásio, A (1996). “O Erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano”. Tradução: Dora Vicente e Georgina Segurado. São Paulo: Cia das Letras.
- Gomes, A. Henriques, J. Mendes, A.J. (2008) “Uma proposta para ajudar alunos com dificuldades na aprendizagem inicial de programação de computadores”. Centro de Informática e Sistemas da Universidade de Coimbra: Educação, Formação & Tecnologias.
- Graf, S. (2007) “Adaptivity in Learning Management Systems Focussing on Learning Styles”. Ph.D Thesis, Viena University of Technology
- INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. (2009) Em http://www.inep.gov.br/imprensa/noticias/censo/superior/news09_05.htm. Acesso Jul/2010.
- INFO. (2011) “Máquinas têm sentimento?” São Paulo: Editora Abril, p. 56-61.

- Jaques, P.A.; Pontarolo, E.; Bercht, M. ; Viccari, R.M.; Pesty, S. (2009) "Project Praia Pedagogical Rational And Affective Intelligent Agents". Porto Alegre : SBC/UFRGS.
- Kapoor, A., Burleson, W., Picard, R.W. (2007) "Automatic prediction of frustration. Human-Computer Studies". Elsevier. Redmond – USA, p. 724–736.
- Klein, J., Moon, Y., Picard, R. (2002) "This computer responds to user frustration: Theory, design, and results". Somerville, USA: Elsevier.
- Kopecek, I. (2000) "Emotions and Prosody in Dialogues: An Algebraic Approach Based on User Modelling". In: ISCA Workshop on Speech and Emotions. Proceedings. Belfast: ISCA.
- Lawson, P. R. (1965) "Frustration: The development of a scientific concept". New York, USA: Macmillan.
- Longhi, M.T.; Simonato, G.; Behar, P.A.; Bercht, M. (2010). "Um framework para tratamento do léxico afetivo a partir de textos disponibilizados em um ambiente virtual de aprendizagem". CINTED/UFRGS. Porto Alegre, RS.
- Lucas, R.W., Mullen, P.J., Luna, C.B.X., McInroy, D.C. (1977) "Psychiatrists and a computer as interrogators of patients with alcohol-related illness: a comparison". British Journal of Psychiat.
- MEC – Ministério da Educação apud Folha. (2010). "Matemática e ciências da computação têm alta taxa de abandono". Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/folha/educacao/ult305u546576.shtml>. (08 Julho 2010).
- Medina, M., Fertig, C. (2006) "Algoritmos e Programação: Teoria e Prática". São Paulo: Editora Novatec.
- Mentis, H.M., Gay, G.K.(2002) "Using touchpad pressure to detect negative affect". IEEE International Conference on Multimodal Interfaces.
- Piaget, J. (2005). "Inteligencia y afectividad". Buenos Aires: Aique.
- Picard, R.W.; Papert, S.; Bender, W.; Blumberg, B.; Breazeal, C.; Cavallo, D.; Machover, T.; Resnick, M.; Roy, D.; Strohecker, C. (2004) "Affective learning — a manifesto". BT Technology Journal.
- Picard, R. W. "Affective Computing". (1997) Cambridge: MIT Press. USA.
- Qi, Y., Reynolds, C., Picard, R.W. (2001) "The Bayes point machine for computer user frustration detection via pressure mouse". Workshop on Perceptive User Interface.
- Reynolds, C. J. (2001) "The Sensing and Measurement of Frustration with Computers". Massachusetts Institute of Technology, University of Washington, USA.
- Robinson, R., West, R.(1992) "A comparison of computer and questionnaire methods of history-taking in a genito-urinary clinic". Psychology and Health.
- Rodrigo, M. M. T.; Baker, R.S.J. (2009) "Coarse-Grained Detection of Student Frustration in an Introductory Programming Course." ICER'09, Berkeley, California, USA.
- Schank, R., Neaman, A. (2001) "Motivation and failure in educational systems design". In: Forbus, K., Feltovich, P. (Eds.), Smart Machines in Education. AAAI Press and MIT Press, Cambridge, MA.
- SERPRO. (2009). "Apagão de mão-de-obra na área de TI". Disponível em https://www2.gestao.presidencia.serpro.gov.br/secom/folder_noticias/2007/11/ti21nov1g.
- Souza, M. A. F., Gomes, M.M., Soares, M.V., Concílio, R. (2011) "Algoritmos e Lógica de Programação". São Paulo: Cengage Learning.
- Woolf, B.; Burleson, W.; Arroyo, I.; Dragon, T.; Cooper, D.; Picard, R.(2009) "Affect-aware tutors: recognising and responding to student affect". Department of Computer Science, University of Massachusetts. Amherst, USA.