

Computação Afetiva aplicada à Educação: Dotando Sistemas Tutores Inteligentes de Habilidades Sociais

Patrícia A. Jaques¹, Maria Augusta S. N. Nunes², Seiji Isotani³, Ig Bittencourt⁴

¹PIPCA/UNISINOS, ²UFS, ³USP, ⁴UFAL

pjaques@unisinos.br, gutanunes@gmail.br

Resumo. Devido a necessidades de formação e constante atualização em um país de dimensões continentais como o Brasil, tem-se observado uma franca expansão da educação a distância, que vem sendo reconhecida e fomentada pelo governo federal. No entanto, observam-se dois principais fatores que levam a evasão escolar e baixo rendimento no ensino a distância: a ausência de assistência inteligente individualizada e o sentimento de isolamento e frustração advindo da ausência de presença social. Dessa forma, neste artigo é discutido como as áreas de Sistemas Tutores Inteligentes e Computação Afetiva associadamente podem contribuir para atenuar esses problemas. Também são levantados os principais desafios e apresentadas algumas perspectivas de investigações futuras nessas áreas.

Abstract. With the constant need for education and training of professionals in a large country such as Brazil we have observed an increased expansion of distance education courses. In Brazil, distance education is supported, sponsored and promoted by the Federal Government. Nevertheless, two problems hinder the widespread adoption of this educational practice in the country: the high number of dropouts and low-performing students. These problems appear due to the lack of intelligent and personalized assistance and the sense of isolation and frustration resulting from the absence of meaningful social interactions in distance education environments. Thus, this paper aims at discussing how research achievements on Intelligent Tutoring Systems and Affective Computing can help to reduce these problems. We also list some of the main challenges in both areas and present perspectives of future research trends.

1. Introdução

O Brasil é um país de proporções continentais. Embora isso traga algumas vantagens econômicas e uma grande diversidade cultural, traz também desafios importantes. Um importante desafio é a educação, em todos os níveis, de seus cidadãos. Boa parte da população brasileira habita povoados de difícil acesso e distante das capitais. Somando-se a isso, a maioria dos centros universitários de educação superior e continuada localizam-se nas capitais brasileiras e, principalmente, nas regiões sul e sudeste (MEC, 2011).

Como forma de garantir o acesso universal à educação a todos os cidadãos brasileiros, o governo federal tem investido em políticas públicas de apoio à Educação a Distância (EaD), tais como a Universidade Aberta do Brasil (UAB) e o Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO). Ainda, o governo, através do MEC, institucionalizou a educação a distância no ensino superior, criando uma legislação

própria para o credenciamento e exigindo o credenciamento das instituições de educação superior para possível acompanhamento e garantia da qualidade no ensino a distância.

Do seu lado, as instituições credenciadas têm investido em tecnologias computacionais, sistemas de videoconferência, ambientes virtuais de aprendizagem, *tablets*, e outros aparatos tecnológicos para auxiliar o aluno nessa nova modalidade de ensino. Porém, apesar dos investimentos tecnológicos e do interesse mútuo por partes das instituições de ensino superior e do governo, tem-se observado que a realidade é ainda muito distante dos resultados desejados. Na prática, verificam-se números expressivos de abandono dos cursos à distância. Embora a evasão aconteça por diferentes fatores sociais e econômicos, difíceis de serem regulados pelas instituições, alguns elementos podem ser controlados (Coelho, 2002; Maia *et al.*, 2004). Um desses fatores é presença social (cognitiva e de ensino), um importante agente na promoção da aprendizagem (Garrison, 2007). Os alunos lamentam o fato de não terem suficiente assistência inteligente e individualizada e de se sentirem isolados, sem o contato social e humano que existe na educação presencial.

Pode a pesquisa em Informática na Educação, contribuir com esses dois desafios na atualidade para a educação a distância: proporcionar assistência individualizada inteligente e promover a presença social?

Os autores desse artigo acreditam que a resposta é SIM e que dois principais temas de pesquisa, considerados associadamente, podem contribuir, são eles: Sistemas Tutores Inteligentes (STI) e Computação Afetiva (CoA). Sistemas Tutores Inteligentes são ambientes de aprendizagem inteligentes que, por possuir um modelo do conteúdo a ser ensinado e do conhecimento do aluno, são capazes de oferecer ensino e assistência individualizada. A Computação Afetiva é uma área multidisciplinar de pesquisa que investiga como dotar os computadores de várias características sociais, tais como reconhecer emoções e responder apropriadamente a elas, expressar emoções, mostrar empatia, identificar personalidade entre outros. Neste artigo, os autores buscam mostrar como essas áreas em sintonia podem contribuir aos dois importantes desafios encontrados na EaD: insuficiência de assistência inteligente individualizada e sensação de isolamento social. É importante salientar que os autores deste artigo não pretendem advogar que essas são as únicas duas áreas que podem contribuir a esses conhecidos problemas. Sabe-se que muitas outras áreas tem contribuído nesse sentido, tais como a área de Aprendizagem Colaborativa, jogos, entre outros.

Esse artigo encontra-se organizado da seguinte forma. Na Seção 2 é apresentada uma breve introdução a Sistemas Tutores Inteligentes e como esses podem fornecer suporte inteligente no ensino a distância. Na Seção 3, a área de CoA é contextualizada, assim como é abordado como essa área, em conjunto com STI, pode contribuir para o segundo principal desafio da EaD: atenuar o sentimento de isolamento e frustração dos alunos. Na Seção 4 são apresentados principais desafios a serem tratados pelos trabalhos futuros que envolvem essas áreas. Finalmente, na Seção 5 são apresentadas as conclusões do presente artigo.

2. Sistemas Tutores Inteligentes

Sistemas Tutores Inteligentes (STIs) têm apresentado resultados promissores quando aplicados como recursos adicionais para o aprendizado em sala de aula (Arroyo *et al.*,

2010; Nicaud *et al.*, 2006, Koedinger *et al.*, 1997, Seffrin, 2011). Experimentos em grande escala em escolas têm demonstrado que este tipo de software educacional pode melhorar consideravelmente o aprendizado (Nicaud *et al.*, 2006, Koedinger *et al.*, 1997). O grande sucesso desses ambientes se deve principalmente ao fato de que eles podem oferecer uma situação de aprendizagem um-aluno-para-um-professor, inferindo as habilidades e conhecimentos dos alunos, dando feedback imediato e individualizado a partir da informação inferida e demonstrando a resolução de problemas quando os estudantes encontram dificuldades.

É importante ressaltar quais são as principais características de um sistema tutor inteligente que os diferencia de outros softwares educacionais. Segundo Vanlehn (2006), o comportamento de um sistema tutor inteligente é composto por dois laços (*loops*): (1) o laço externo (*outer loop*) e o (2) laço interno (*inner loop*). O *outer loop* é responsável por selecionar o próximo exercício a ser realizado pelo aluno (ou igualmente uma explicação), enquanto que o *inner loop* monitora os passos do aluno durante a resolução de um exercício. Por exemplo, no STI PAT2Math (Seffrin *et al.*, 2011), o *outer loop* seleciona qual equação o aluno deverá resolver. O *inner loop* assiste o aluno na resolução passo-a-passo da equação escolhida.

A Figura 1 ilustra a interface do módulo para resolução de equações do STI PAT2Math. O tutor apresentou a equação $3x+5=2x-7$ para o aluno resolver. Essa é apresentada na primeira linha do quadro verde da Figura 1 (ver A). As próximas linhas representam passos fornecidos pelo aluno durante a resolução da equação. Para cada passo, o tutor provê uma correção em tempo real sinalizando geralmente por um *flag* se a solução intermediária está correta (ver B) ou não (ver C). Se a resposta está incorreta, o tutor geralmente permite que o aluno forneça um novo passo.

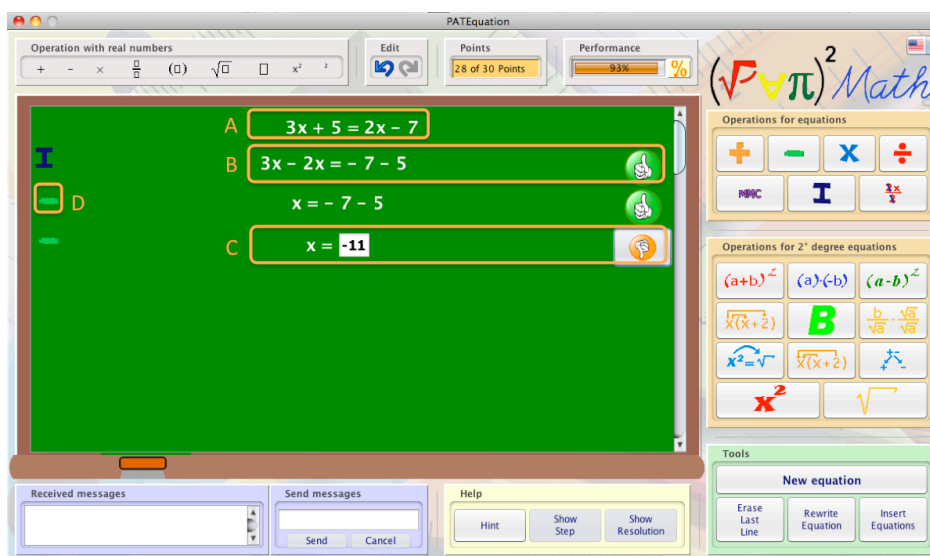


Figura 1. Interface do Inner Loop do STI PAT2Math (Seffrin *et al.*, 2011)

Para que o STI tenha a habilidade de corrigir em tempo real cada passo fornecido pelo aluno, ele deve ser capaz de resolver os mesmos problemas que o aluno deverá resolver no tutor. Para tanto os STIs possuem um modelo especialista. Esse é um módulo inteligente que usa técnicas de Inteligência Artificial (IA, por exemplo, regras de produção, redes bayesianas, entre outras) para resolver passo-a-passo um problema. Uma vez que o sistema especialista sabe resolver o problema, corrigir um passo do

aluno consiste geralmente em compará-lo com uma das soluções possíveis construídas pelo módulo especialista (Seffrin *et al.*, 2011; Koedinger e Corbett, 2006).

Para cada passo realizado pelo aluno, o modelo de aluno, através do sistema especialista, consegue verificar quais unidades de conhecimento foram empregadas corretamente pelo aluno. Geralmente, o sistema também sabe reconhecer os erros mais comuns realizados pelo aluno (do inglês *misconceptions*). Essas informações pontuais sobre o desempenho do aluno em cada passo são sintetizadas pelo modelo de aluno para inferir o conhecimento do estudante sobre uma determinada unidade de conhecimento ou habilidades mais genéricas. Por exemplo, se o aluno errou passos referentes à subtração de coeficientes de variáveis nas 3 primeiras tentativas, mas acertou após uma dica do STI, qual seria o nível de proficiência dele em relação a essa unidade de conhecimento? Na maioria das vezes, uma média aritmética não é eficiente, por isso o modelo de aluno emprega diferentes técnicas de IA, tais como redes bayesianas (Koedinger e Corbett, 2006; Vicari *et al.*, 2008), aprendizado de máquina (Matsuda *et al.*, 2010; Bernardini e Conati, 2011), entre outros.

A informação do modelo de aluno é então utilizada pelo *outer loop*, de acordo com uma estratégia de ensino, para decidir o próximo exercício que o aluno deve resolver ou explanação que lhe deve ser provida. As estratégias mais comumente empregadas em STI são *mastery learning* ou *macro-adaptive* (VanLehn, 2006). No Brasil, a comunidade está mais voltada para aplicar estratégias baseadas em teorias construtivistas, tais como Vygotsky (1962) e Piaget (1971).

Por fornecer esse processo de ensino individualizado, os STIs são uma poderosa ferramenta de apoio à aprendizagem em sala de aula ou no ensino a distância. É importante ressaltar que os autores, assim como a comunidade de pesquisa, não veem nos STIs um substituto ao professor, mas sim um recurso adicional que este pode empregar. Tanto na sala de aula quanto na EaD, a utilização dos STIs pode possibilitar que o professor consiga dedicar um espaço maior do seu tempo aos alunos com mais dificuldade. Igualmente, no ensino a distância, o STI pode oferecer assistência individual ao aluno quando o professor não se encontrar *online*.

Apesar do sucesso dos STIs, esses possuem ainda algumas limitações. Muitos alunos manifestam um comportamento do tipo “*gaming the system*” (Baker *et al.*, 2008), em que ao invés de tentar realizar as atividades propostas pelo sistema, eles tentam progredir solicitando sucessivamente feedback e ajuda do STI, sem muita reflexão. Além disso, é conhecido que os STIs se tornam maçantes aos alunos após uso a longo-prazo (Baker *et al.*, 2010) e que esse estado afetivo na aprendizagem está associado ao baixo desempenho e abandono. Dessa forma, os autores não acreditam que os STIs isoladamente podem contribuir aos principais desafios da EaD.

Os pesquisadores têm se perguntando então como remediar esses problemas a fim de tornar os STIs ambientes de aprendizagem ainda mais efetivos? Na próxima seção, buscamos mostrar alguns novos caminhos (os autores estão cientes que existem outros) que a comunidade tem seguido para remediar esses problemas.

3. Computação Afetiva: Dotando STIs de Habilidades Sociais

Na tentativa de criar esse professor sintético efetivo, a comunidade brasileira e internacional em Informática na Educação (IE) vem realizando esforços consideráveis

para desenvolver sistemas que inferem o que o aluno aprendeu, que saibam resolver os mesmos problemas que o aluno, e até mesmo que sabem realizar perguntas e provejam dicas em linguagem natural. No entanto, estava se negligenciando um dos fatores que mais contribui ao sucesso dos grandes professores: as habilidades sociais e psicológicas.

Como apontado por Vygotsky (1962), a aprendizagem é intrinsecamente social e como tal necessita de interação social entre dois indivíduos. Porém, por parte do professor, essa interação é mais do que inferir o que o aluno aprendeu e prover explicações e exercícios. Um bom professor é aquele que mostra ao aluno que se importa com ele, que sabe motivá-lo quando ele está frustrado, que sabe perceber quando o aluno está satisfeito com seu próprio progresso e parabenizá-lo, que consegue perceber quando o aluno não está focado e chama sua atenção de maneira empática (Cooper, 2003).

Dessa forma, os pesquisadores em IE também têm voltado a sua atenção para como construir sistemas que possuem a capacidade de ser empáticos e mostrarem diversas habilidades sociais. Habilidades essas que estão ligadas ao fato do professor saber interpretar as emoções e personalidade de seus alunos e responder a estas de forma adequada.

A área de pesquisa que está interessada em investigar como um computador pode inferir e expressar emoções/personalidade se chama Computação Afetiva. Nas próximas subseções será fornecida uma introdução da área de Computação Afetiva e como essa vem sendo aplicada em STIs.

3.1 Sendo mais humano: Inferindo e Expressando emoções

O campo da Inteligência Artificial que pesquisa sobre emoção em computadores é chamado de Computação Afetiva (CoA, *Affective Computing* em inglês). Picard (1997), considerada a percussora da área, define Computação Afetiva como “computação que está relacionada com, que surge de ou deliberadamente influencia emoções”. A pesquisa sobre emoção na área de Inteligência Artificial aplicada à Educação está especialmente interessada em **reconhecer emoções dos alunos** e **exibir emoções** na interação entre tutor artificial e o estudante.

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 seu desempenho, ele provavelmente irá abandonar a tarefa que está sendo realizada (Baker *et al.*, 2008). O sistema precisa saber quando o aluno está frustrado a fim de encorajá-lo a continuar estudando e a realizar as suas atividades.

Atualmente, observam-se quatro principais modos de reconhecimento das emoções do usuário (Picard, 1997): (i) voz (prosódia); (ii) comportamento observável, isto é, as ações do usuário na interface do sistema (por exemplo, opções escolhidas e velocidade de digitação); (iii) expressões faciais; e (iv) sinais fisiológicos (batimentos cardíacos, eletromiograma – tensão muscular, condutividade da pele, respiração). Com exceção da voz e da expressão facial, os outros sensores fisiológicos são geralmente empregados associadamente, pois apenas fornecem alguma evidência sobre a emoção, tais como o “*arousal*” (nível de excitação: relaxado/excitado), ou a valência (positiva ou negativa). Um dos maiores pontos negativos desses sensores fisiológicos é que estes podem ser bastante intrusivos, inclusive interferindo nas emoções que o usuário está sentindo.

As emoções também podem ser inferidas a partir do comportamento observável (ações do usuário na interface do sistema) do aluno. Neste caso, o sistema deve realizar um processamento sobre uma situação geradora de emoção e tentar inferir as emoções do usuário usando um modelo psicológico de emoções. Geralmente, o sistema infere a emoção do aluno usando um modelo psicológico cognitivo de emoções, como, por exemplo, o modelo OCC (Ortony et al., 1988). Essa abordagem é empregada por (Conati, 2002; Jaques, 2008).

Embora estes mecanismos para reconhecimento das emoções se diferem, já que eles captam diferentes expressões de emoções, eles podem ser vistos como complementares e parte de um sistema sensorial afetivo multimodal maior. Picard (1997) também acredita que o melhor reconhecimento provém da combinação de várias modalidades e incluindo não somente sinais de inferência de baixo nível com sensores fisiológicos, mas também raciocínio em alto nível sobre a situação.

Os sistemas educacionais podem **expressar emoções**, assim como professores empáticos fazem na vida real. Quando capazes de exibir emoções, eles podem motivar e engajar o estudante no seu aprendizado (Paiva, 2011; Jaques *et al.*, 2009), tornar o aprendizado mais divertido e promover emoções positivas no aluno (Jaques et al., 2009, Woolf *et al.*, 2009), assim como mostrar atitudes empáticas (Paiva, 2011; Lester e McQuiggan, 2007; Woolf *et al.*, 2009). Para transmitir emoções, esses ambientes educacionais, geralmente, são implementados como agentes pedagógicos animados. Os agentes pedagógicos animados são agentes de software que têm um papel pedagógico de facilitar e aperfeiçoar a aprendizagem do aluno e que são representados por um personagem animado. Quando projetados para interagir afetivamente com o aluno, estes agentes exibem comportamentos emotivos que são compostos por animações do personagem animado. Em tais casos, o agente escolhe o seu comportamento de uma biblioteca de comportamentos físicos (animações do agente) e verbais (fala do agente), ou ele pode gerá-lo dinamicamente a partir de algoritmos gráficos 3D.

3.2 Parecendo mais real: aspectos da personalidade

Para parecer credível (real), um agente deve incorporar um modelo profundo de personalidade e emoção e conectar esses dois aspectos (Bates, 1994; Loyall e Bates, 1997). Os aspectos psicológicos caracterizam todas as variáveis que influenciam o comportamento de um indivíduo (virtual ou não). Rousseau e Hayes-Roth (1996) intitularam de personalidade o conjunto de traços psicológicos que identificam um indivíduo como único e fornecem a ele um estilo.

A expressão da personalidade em um tutor/professor virtual é essencial e pode trazer diversos benefícios à aprendizagem. Primeiramente, a expressão da personalidade irá conferir maior credibilidade ao agente (Loyal e Bates, 1997). Um agente mais credível estará mais apto a engajar e motivar o estudante, devido ao maior efeito social que este terá no aluno. Por acreditar que ele é real, o aluno se envolverá mais com o agente (Loyal e Bates, 1997). Além disso, a expressão de uma personalidade amigável é essencial para um agente que queira mostrar empatia (Cooper, 2003; Paiva, 2011) e promover no aluno emoções mais positivas e crenças mais positivas sobre seu conhecimento do tópico abordado (auto-eficácia) (Bandura, 1994; Jaques *et al.*, 2009). Esses fatores parecem ser tão essenciais para o promoção do aprendizado quanto o próprio ensino do conteúdo (Woolf *et al.*, 2009, Jaques *et al.*, 2009; Paiva, 2011;

Moreno *et al.*, 2001). Além disso, alguns estudos têm mostrado que o usuário prefere interagir com um agente que expressa uma personalidade semelhante a sua (Nass e Lee, 2000) e que a personalidade interfere diretamente nas emoções expressas pelo usuário. Dessa forma, um tutor virtual deve também ser apto a inferir a personalidade do usuário, assim como expressar uma personalidade própria.

Para inferir personalidade existem variadas técnicas, algumas advindas exclusivamente da Psicologia e outras criadas e validadas por pesquisadores de Computação Afetiva (Nunes, 2012). A técnica mais comum para extração da personalidade humana é através de inventários de personalidade que muitas vezes são extensos e intrusivos. Existem inventários precisos que englobam de 100 a 300 questões. Quando a precisão não é o ponto chave do trabalho, pode-se aplicar testes menores de 10 questões. Existem também formas mais amigáveis de extração de personalidade como através de mineração de texto (Mairesse *et al.*, 2007), padrão de digitação (Porto *et al.*, 2011), *Personality stories* (Dennis *et al.*, 2012), ou ainda via equipamentos tais como *kinect* (Nunes *et al.*, 2011).

Após inferir a personalidade do aluno o tutor virtual pode interagir com o aluno de uma forma mais individualizada e adequada à personalidade desse aluno. O tutor deve proporcionar um ambiente de aprendizagem propício àquele tipo de personalidade, apresentando o material instrucional na forma adequada, usando, por exemplo, variações na apresentação do texto (sequencial, multimídia, hipertexto, histórias, etc). O agente animado pode ainda mostrar comportamentos que representem uma personalidade adotada (por exemplo, introvertido, amigável, etc). Essa deve ser compatível com a personalidade do aluno em questão, criando um círculo virtuoso de interação com seu par (aluno) no processo de ensino-aprendizagem.

4. Como STIs e CoA podem contribuir aos desafios da EaD no Brasil

A Educação a Distância tem crescido intensamente nos últimos anos devido principalmente aos grandes avanços das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e à grande popularização da Internet. Um dos pontos fortes da EaD é a mudança de paradigma que ela proporciona, pois nesta forma de educação o professor não mais é detentor do conhecimento que deve ser transmitido ao aluno, passando a ser um facilitador do processo de aprendizagem.

As principais TICs utilizadas para dar suporte à EaD são os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). O grande potencial destes ambientes para a EaD está justamente no fato deles permitirem a fomentação do conhecimento sem que seja necessário o contato físico entre os envolvidos (alunos e professores) em horários e locais pré-determinados. Entretanto é também através desta característica dos AVAs que advém alguns dos problemas da EaD, como, por exemplo, a ausência da presença social (Garrison, 2007).

Não obstante, essa forma de ensino vem enfrentando alguns problemas quanto ao seu funcionamento: alunos e professores que não sabem ou não conseguem utilizar os Ambientes Virtuais de Aprendizagem de forma adequada, professores/tutores despreparados para “ensinar à distância”, o contato físico entre alunos e professores é raro ou mesmo inexistente (diferente do que ocorre no ensino presencial), e o diálogo, mesmo que virtual, não é algo muito comum. Esses aspectos influenciam negativamente

a motivação dos alunos a se empenharem ou mesmo a continuar no curso (Coelho, 2002; Maia et al., 2004).

Visando aperfeiçoar a qualidade dos cursos em Educação à Distância e abrandar os números de evasão, faz-se necessário que esses problemas sejam resolvidos. Uma abordagem possível para tal resolução consiste em trazer as características psicológicas humanas para o ambiente de aula virtual, tal como existem no real, através da Computação Afetiva e Sistemas Tutores Inteligentes.

Primeiramente, os STIs podem ser um importante recurso para oferecer assistência inteligente quando o professor não estiver *online*. Eles podem guiar o aluno, escolhendo exercícios e explicações específicas para ele, prover correção passo-a-passo em tempo real, assim como prover feedback e mensagens de erro adequadas.

Em segundo, inferir os estados afetivos do aluno podem auxiliar o sistema a prever possível evasão e outros estados mentais que levem a baixo desempenho. Por exemplo, sabe-se que a frustração está muito ligada ao abandono e comportamentos do tipo “*gaming the system*” (Baker et al., 2008). É igualmente conhecido que alunos com motivação intrínseca para a aprendizagem geralmente superam alunos com baixa motivação intrínseca (Woolf et al., 2009). Além disso, a auto-eficácia (o quanto ele acredita que sabe de um conteúdo) e suas crenças sobre a importância do conteúdo que ele está aprendendo para a sua vida têm um impacto direto em sua aprendizagem. Esses estados mentais e afetivos podem ser promovidos através de mensagens empáticas e de encorajamento por parte de um agente pedagógico animado credível (Woolf et al., 2009).

A Computação Afetiva pode ajudar também na formação da presença social dos alunos no AVA. A presença social em EaD contribui à aprendizagem profunda (“*deep learning*”) se o curso e as interações são bem estruturadas pelo tutor (Garrison e Cleveland-Innes, 2005; Garrison, 2007). NA EaD, não se tem contato direto com as características psicológicas dos outros integrantes, e essas são características intrínsecas à formação de grupos/times de trabalho efetivos. A implementação de um sistema formador de grupos, tanto na forma tutor-aluno quanto aluno-aluno, baseado em aspectos psicológicos, seria de grande relevância para o aumento da qualidade da EaD. Além disso, por proporcionarem uma comunicação mais antropomórfica, os agentes pedagógicos animados podem igualmente contribuir para aumentar a sensação de presença social.

Porém, embora esse novo campo de pesquisa seja muito promissor, ele apresenta alguns desafios importantes. Computação afetiva, principalmente quando aplicada a ambientes inteligentes de aprendizagem, é um campo de pesquisa inerentemente multidisciplinar e envolve o trabalho de pesquisadores de diferentes domínios, tais como ciência da computação, psicologia, educação, entre outros. Agregar pesquisadores em uma equipe interdisciplinar não é uma tarefa simples por diversos motivos. Entretanto, na área de Computação Afetiva e Informática na Educação, negligenciar a importância dessa tarefa pode implicar em deficiências importantes na pesquisa realizada, tais como: aplicação de modelos psicológicos de maneira superficial, subutilização dos existentes métodos e técnicas de Inteligência Artificial existentes, ou ainda emprego precário de construtos pedagógicos.

Ainda, muitos trabalhos se baseiam nas teorias de Vygotsky (1962) e Piaget (1971) sobre a importância das emoções na aprendizagem. Porém, essas teorias discutem como motivar, engajar e assistir os alunos de uma maneira geral (Woolf *et al.*, 2009). Elas não provêm explicações a nível de interação individual professor e aluno e também não apresentam métodos e técnicas que podem ser aplicados diretamente em STIs. Assim, esse se mostra também um campo promissor de investigação multidisciplinar.

Além disso, não existe um consenso entre os pesquisadores sobre o que é emoção, nem personalidade. Estima-se em torno de 100 definições diferentes para o termo (Kleinginna e Kleinginna, 1981; Woolf *et al.*, 2009). Tampouco, existem teorias compreensivas e validadas que identificam quais emoções são mais importantes na aprendizagem e como estas interferem na aprendizagem. Dessa forma, esse se mostra igualmente um outro assunto fértil de pesquisa. Além disso, esse pode se mostrar um caminho de duas vias, ao estudar em sala de aula métodos a serem aplicados em STIs, pesquisadores podem contribuir com métodos e técnicas a serem empregados em sala de aula.

5. Conclusão

Neste artigo descrevemos sobre a importante contribuição que os campos de Sistemas Tutores Inteligentes e Computação Afetiva podem trazer à aprendizagem em geral e especialmente ao ensino à distância. Nesse artigo elencamos a falta de assistência individualizada e de presença social como os dois importantes fatores que contribuem para a evasão dos cursos a distância e descrevemos como acreditamos que as áreas de Sistemas Tutores Inteligentes e Computação Afetiva podem contribuir para atenuar esses problemas. No entanto, como não são conhecidas pesquisas empíricas que comprovam que o emprego conjunto de STI e CoA aplicada a AVA reduzem a evasão, esse se mostra um campo fértil e interessante de pesquisa.

Ainda, embora existam importantes trabalhos que apontem a importância de considerar as emoções na aprendizagem, não existem teorias compreensíveis e validadas que identifiquem quais emoções são mais importantes para aprendizagem e como especificamente estas interferem na aprendizagem. Dessa forma, devido também a sua natureza multidisciplinar, essa área se mostra ao mesmo tempo um campo de pesquisa desafiador e promissor.

Referências

- Arroyo, I. *et al.* 2010. Improving Math Learning through Intelligent Tutoring and Basic Skills Training. In: ITS, 423-432. Pittsburgh, PA, USA: Springer.
- Baker, R. *et al.* 2008. Why Students Engage in 'Gaming the System' Behavior in Interactive Learning Environments. *Journal of International Learning Research* 19 (2): 185-224.
- Bandura, A. 1994. Self-efficacy. In: *Encyclopedia of human behavior*, 71-81. New York: Acad. Press.
- Bates, J. 1994. The Role of Emotions in Believable Agents. *Communication of ACM* 37 (7): 122-125.
- Bernardini, A. e Conati, C. 2010. Discovering and Recognizing Student Interaction Patterns in Exploratory Learning Environments. In ITS, 125-134. Pittsburgh, PA, USA: Springer.
- Coelho, M. L. 2002. A Evasão nos Cursos de Formação Continuada de Professores Universitários na Modalidade de Educação a Distância via Internet - UFMG, 2002
- Conati, C. 2002. Probabilistic Assessment of User's Emotions in Educational Games. *Applied Artificial Intelligence* 16 (7-8): 555-575.
- Cooper, B. 2003. Care - Making the Affective Leap: More Than a Concerned Interest in a Learner's Cognitive Abilities. *IJAIED*, 13.

- Dennis, M. ; Masthoff, J. e Mellish, C. 2012. The quest for validated personality trait stories. In *Proceedings of IUI*. ACM, NY, 273-276.
- Garrison, D. R. 2007. Online Community of Inquiry Review: Social, Cognitive, and Teaching Presence Issues. *Journal of Asynchronous Learning Networks* 11 (1): 61-72.
- Jaques, P. A. 2008. Avaliando um Modelo Afetivo de Aluno baseado em uma Abordagem Cognitiva. In SBIE. Fortaleza: SBC.
- Jaques, P. A, M Lehmann, and S Pesty. 2009. Evaluating the Affective Tactics of an Emotional Pedagogical Agent. In *ACM Symposium on Applied Computing*, 1:104-109. Hawaii: ACM.
- Kleinginna, P. R., e A. M. Kleinginna. 1981. A categorized list of emotion definitions, with suggestions for a consensual definition. *Motivation and Emotion* 5 (4): 345-379.
- Koedinger, K. R. et al. 1997. Intelligent Tutoring Goes To School in the Big City. *IJAIED*, 8: 30-43.
- Koedinger, K. R., e A. Corbett. 2006. Cognitive Tutors: Technology bringing learning science to the classroom. In *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, 61-78. Cambridge Univ. Press.
- Lester, J. C., e McQuiggan, S W. 2007. Modeling and evaluating empathy in embodied companion agents. *Int. Journal of Human-Computer Studies* 65: 348-360.
- Loyall, A.B., and J. Bates. 1997. Personality-rich believable agents that use language. In *Proceedings of International Conference on Autonomous Agents*, 106-113. ACM Press.
- Maia, M.; Meirelles, F.; Pela, S. Análise dos Índices de Evasão nos Cursos Superiores a Distância do Brasil. In: *Anais do XI Congresso Internacional de Educação à Distância*. Salvador; Bahia, 2004.
- Mairesse, F. ; Walker, M. ; Mehl, M. and Moore, R. 2007. Using linguistic cues for the automatic recognition of personality in conversation and text. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 30, 1, 457-500.
- Matsuda, N. et al. 2010. Learning by Teaching SimStudent: Technical Accomplishments and an Initial Use with. In: *ITS*, 317-326. Pittsburgh, PA, USA: Springer.
- MEC. 2001. Sistema e-MEC. Disponível em <http://emec.mec.gov.br/>. Acessado em 25/abril/2012.
- Nass, C. and Lee, K. M. 2000. Does computer-generated speech manifest personality? an experimental test of similarity-attraction. In *CHI*. ACM, New York, NY, 329-336.
- Nicaud, JF et al. 2006. Experiments with Apluxix in Four Countries. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 13 (2): 79-88.
- Nunes, M. A. et al. 2011. Uso do kinect para a extração de características afetivas do usuário. In: *Towards Affective Computing in Education (SBIE-WIE 2011 Workshop)*, Aracaju. p. 1808-1815.
- Nunes, M. A. 2012. Computação Afetiva personalizando interfaces, interações e recomendações de produtos, serviços e pessoas em Ambientes comutacionais. In: Nunes, M.; Oliveira, A.A.; Ordonez, E.D.M. (Org.). *DCOMP e PROCC: Pesquisas e Projetos 2012*, p. 115-151.
- Paiva, A. 2011. Empathy in Social Agents. *International Journal of Virtual Reality* 10 (1): 65-68.
- Piaget, J. 1971. *A Epistemologia Genética*. Petrópolis: Vozes.
- Picard, R. 1997. *Affective computing*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Porto, S. M.; Costa, W. S.; Nunes, M. A. S. N.; Matos, L. N. Como a extração de personalidade através do teclado pode beneficiar a personalização na Educação. In: *Towards Affective Computing in Education (SBIE-WIE 2011 Workshop)*, 2011, Aracaju. p. 1800-1807
- Rousseau, D.; Hayes-Roth, B. 1996. Personality in synthetic agents. Technical Report KSL-96-21,
- Santos, E. M. et al. 2008. Evasão na Educação a Distância: Identificando Causas e Propondo Estratégias De Prevenção. 14º. Congresso Internacional ABED de Educação A Distância. Santos, SP.
- Seffrin, H., G. Rubi, and P. A Jaques. 2011. O Modelo Cognitivo do Sistema Tutor Inteligente PAT2Math. In: SBIE. Aracajú: SBC.
- Vanlehn, K. 2006. The Behavior of Tutoring Systems. *IJAIED*, 16 (3): 227-265.
- Vicari, R. et al. 2008. AMPLIA: A Probabilistic Learning Environment. *IJAIED*, 18 (4): 347-373.
- Vygotsky, L. S. 1962. *Thought and Language*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Woolf, B. et al. 2009. Affect-aware tutors: recognising and responding to student affect. *International Journal of Learning Technology* 4 (3/4): 129.