Capítulo 2

Ambientes Inteligentes de Aprendizagem que inferem, expressam e possuem emoções e personalidade

Patrícia A. Jaques, Maria Augusta S. N. Nunes

Abstract

This document aims to provide a theoretical and practical overview of current researches on affective computing in learning environments. It will consist of the following parts: (i) a concise explanation of the state of the art in the areas of Affective Computing and Affective Intelligent Environments; and (ii) a presentation of two practical study cases of intelligent learning environments that capture user's personality traits and use animated pedagogical agents to promote a mood state more appropriate to learning. It will provide the reader with the necessary background in the area of Affective Computing applied to Education as well as examples of realistic intelligent environments that consider the affective states and the personality of the student and respond to it.

Resumo

Esse documento tem o objetivo de fornecer uma visão geral teórica e prática sobre computação afetiva aplicada em ambientes computacionais de aprendizagem. Para tanto, ele é composto das seguintes partes: (i) uma introdução ao estado da arte nas áreas de Computação Afetiva e Ambientes Inteligentes de Aprendizagem Afetivos; e (ii) uma apresentação de dois estudos de caso práticos de ambientes inteligentes de aprendizagem que capturam os traços de personalidade do usuário e que empregam agentes pedagógicos animados para promover no aluno um estado de espírito mais propício à aprendizagem. Este minicurso fornecerá aos leitores o background necessário na área de Computação Afetiva aplicada a Educação, assim como exemplos de ambientes inteligentes de aprendizagem que consideram os estados afetivos e a personalidade do aluno e respondem a ele.

I. Introdução

Este minicurso tem por objetivo apresentar o estado da arte e dois estudos de caso de Ambientes Inteligentes de Aprendizagem que consideram os estados afetivos do aluno a fim de promover a aprendizagem e motivá-lo. Esses trabalhos encontram-se situados dentro da áreas de pesquisa 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 (Woolf, 2009). 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 (Picard, 1997).

Como apontado pelos autores durante o DesafIE 2012 (Jaques et al., 2012), os STIs e a Computação Afetiva podem auxiliar na solução para os grandes desafios em Educação fornecendo métodos, técnicas e tecnologias que permitam desenvolver programas que provenham assistência individualizada e inteligente ao aluno, proporcionando uma maior interação social. Por fornecer um processo de ensino individualizado com *feedback* inteligente, os STIs são um ótimo recurso a ser empregado tanto como ferramenta de apoio a aprendizagem em sala de aula ou no ensino à distância. Na sala de aula, o emprego do STI pode possibilitar que o professor consiga dedicar um espaço maior do seu tempo aos alunos com dificuldades especiais. Igualmente, no ensino a distância, o STI pode oferecer a assistência individual ao aluno, mesmo quando o professor não se encontra *online*.

Apesar do sucesso dos STIs, esses não têm obtido o mesmo nível de desempenho de professores experientes (Heffernan et al., 2008a). Somando se a isso, 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-termo (Baker et al., 2010) e que o estado afetivo tédio está associado, na aprendizagem, a baixo desempenho e abandono.

Uma abordagem possível para diminuir esses pontos negativos consiste em trazer as características psicológicas humanas para o ambiente de aula virtual, tal como existem no real, através da Computação Afetiva. 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 do aluno (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 tem 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, Jaques et al., 2009).

A Computação Afetiva pode ajudar também na formação da presença social dos alunos no AVA, uma vez que os seres humanos vivem em grupos de pessoas com

características similares e/ou complementares as suas. No ensino à distância não se tem contato direto com as características psicológicas dos outros integrantes, e sendo essas mesmas características intrínsecas à formação de grupos/equipes de trabalho consistentes, 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 Educação à Distância (EaD).

Dessa forma, as autoras acreditam que um minicurso de CoA com enfoque Educação seria de grande interesse e importância à Comunidade em Informática na Educação. Embora o tema tenha sido exaustivamente tratado nas principais conferências de Informática na Educação (ver anais de ITS e AI-ED dos últimos anos), poucos trabalhados tem sido publicados sobre esse assunto no Brasil. Além disso, nenhum minicurso sobre o tema foi igualmente apresentado em conferências brasileiras.

II. Entendendo emoções

II.1 Diferenciando emoções, humor e outros estados afetivos

Primeiramente, é importante diferenciar os termos emoção, afetividade, sentimento e estado afetivo. **Afetividade** engloba um campo amplo de fenômenos emocionais, motivacionais e de personalidade. **Estado afetivo** é um termo mais abrangente para designar um estado mental afetivo (Scherer, 2000; Fridja, 1994). Scherer (2000) classifica os estados afetivos em emoções, humor, postura interpessoal, atitudes e traços de personalidade. O **sentimento** é um dos componentes da reação emocional e é responsável "pela experiência subjetiva" (Scherer, 2000, p. 139).

Emoções e humor se diferem principalmente por sua duração, intensidade e pela causa aparente desses estados ocorrerem. As **emoções** são breves, intensas e são disparadas pela avaliação de um evento (Scherer, 2000). Alguns exemplos de emoções são: raiva, tristeza, alegria, medo e vergonha. Mais, especificamente, as emoções são reações com valência a eventos, agentes ou objetos (Ortony, Clore e Collins, 1988). Segundo essa perspectiva, surpresa não é uma emoção, pois não possui valência (positivo ou negativo, bom ou ruim). Fridja (1994) considera igualmente que uma emoção é um estado mental intencional. Por estado intencional, ele se refere ao fato que as emoções são direcionadas a um objeto, seu objeto intencional. Por exemplo, se alguém sente raiva de João, João é o objeto intencional dessa emoção. Se um aluno está frustrado com sua nota em uma avaliação, essa nota é o objeto intencional da frustração do aluno.

O **humor**, por outro lado, é um estado afetivo difuso, que consiste em mudanças no sentimento subjetivo, possui baixa intensidade, mas longa duração, e não tem causa aparente (Scherer, 2000). Alguns exemplos de humor são: irritado, deprimido, chateado e nervoso. Fridja (1994) considera que o humor difere das emoções mais fortemente em não possuir um objeto intencional. Por exemplo, quando alguém diz "hoje acordei com o pé esquerdo", essa pessoa quer salientar o fato de estar se sentido chateada, sem uma causa aparente.

A **postura interpessoal** é a postura afetiva adotada por um indivíduo em relação a um outro indivíduo em uma determinada situação. Por exemplo, Ricardo pode se mostrar distante com Margarete, mas caloroso com Rafaela.

As **atitudes** se referem a preferencias e predisposições de indivíduos para um objeto ou outro indivíduo. Gostar de bichos de estimação peludos é um exemplo de atitude.

Na próxima seção, será apresentada uma breve história da teoria das emoções para fornecer ao leitor uma visão de como as teorias correntes de emoções foram influenciadas por pesquisas passadas.

II.2 As diferentes teorias de emoções

Por muitos séculos, a emoção foi considerada a vilã do comportamento humano enquanto a razão era supervalorizada e considerada a fonte do saber (Scherer, 1999). No entanto, atualmente, os pesquisadores reconhecem o papel das emoções em muitos processos cognitivos, bem como sua importância (Scherer, 2000; Damasio, 1994).

Platão é considerado o pioneiro do estudo das emoções, por volta de 430 a.c. Ele sugeriu que a alma é uma estrutura com 3 partes: cognição, emoção e motivação. Platão considerava que a cognição era o instrumento para obtenção do saber e a supervalorizava. Por outro lado, a emoção estava ligada aos instintos animais e paixões e era considerada um obstáculo para a obtenção do conhecimento. Quinze anos mais tarde, Aristóteles questionou essa divisão e sugeriu a interação entre os diferentes componentes.

No século 17, Descartes voltou a insistir na separação entre emoções e cognição (Damasio, 1994). Influenciado pela visão filosófica cristã da época, ele acreditava que o raciocínio, a tomada de decisão e outros processos "puramente" cognitivos eram realizados pela mente. As emoções eram responsáveis pelas paixões e pecados e tinham relação com o corpo. Descartes é responsável pela visão dualista comumente aceita pela sociedade ocidental contemporânea de que "as emoções atrapalham as boas decisões". Ele levou à fundação do debate mente-corpo sobre o relacionamento entre fenômenos mentais e corporais. No entanto, essa visão dualista não é mais aceita pelos pesquisadores contemporâneos. Alguns estudos têm mostrado que as emoções interferem em alguns processos cognitivos, como a tomada de decisão (Damasio, 1994). Da mesma forma, sabe-se que as emoções são disparadas pelas emoções no processo de avaliação chamado *appraisal* (Scherer, 1999).

Darwin (1965), no seu estudo que deu origem ao livro "A Origem das Espécies", estudou principalmente a expressão de emoções na face, corpo e voz. Ele verificou que fenômenos emocionais idênticos, particularmente a expressão facial, podem ser encontrados em diferentes culturas. Como apontado por Darwin (1965) e mais recentemente por Ekman (1994), parece existir um conjunto de expressões faciais emocionais que são universais, isto é, que representam a mesma emoção em diferentes culturas. Essa constatação levou ao surgimento da teoria das emoções básicas. Os teóricos que seguem esse modelo, Ekman (1994) e Izard (1984) por exemplo, acreditam na existência de um conjunto de emoções básicas, geralmente seis (raiva, alegria, tristeza, nojo, medo e surpresa), que possuem a mesma manifestação facial independente da cultura dos indivíduos que as expressam.

Willian James (1884), psicólogo e filósofo norte-americano, acreditava que a emoção é o resultado da percepção do indivíduo da sua reação corporal a um evento. Uma pessoa tem uma emoção porque percebe mudanças corporais em si próprio. Segundo essa visão, uma emoção possui um padrão único de mudanças fisiológicas, do esqueleto e dos músculos, já que a nossa experiência de emoção é função direta do *feedback* do

corpo. Há pouca evidência do postulado de James, pois existem diferentes padrões de respostas para certas emoções. De acordo com Ortony et al. (1988, p. 11), "o problema em concentrar no comportamento quando considerar as emoções é que o mesmo comportamento pode resultar em diferentes emoções (ou nenhuma emoção), e diferentes comportamentos podem resultar na mesma emoção".

Atualmente, o modelo de componentes (*componential model*) tem recebido considerável atenção dos pesquisadores em emoções. Segundo este modelo, as emoções em humanos são caracterizadas pela presença de quatro componentes principais (Scherer, 2000): (*i*) componente motivacional-comportamental, que diz respeito às inclinações de um indivíduo para agir de acordo com estas interpretações; (*ii*) componente subjetivo: responsável pela parte de "sentimento subjetivo" e é mais elaborado em seres humanos que estão habituados a rotular as emoções que sentem; (*iii*) componente somático: envolve a ativação dos sistemas nervosos central e automático e sua manifestação corporal, e o (*iv*) componente cognitivo: engloba os processos cognitivos que avaliam as situações e disparam as emoções.

O componente cognitivo das emoções tem recebido especial atenção pelos pesquisadores em psicologia cognitiva (Scherer, 1999; Arnold, 1960; Lazarus, 1991). As emoções são disparadas por uma avaliação cognitiva de situações e eventos antecedentes, chamada de *appraisal*, sem tradução para o português (Scherer, 1999). O padrão de reação nos diferentes domínios de resposta (fisiologia, sensações e tendência à ação) é determinado pelo resultado dessa avaliação. Os psicólogos cognitivistas estão interessados na avaliação cognitiva e nos eventos que disparam as emoções. Esta abordagem, a qual é conhecida como abordagem cognitiva das emoções, tem influenciado vários trabalhos em computação afetiva (Jaques e Vicari, 2007; Conati & Zhou, 2002).

II.3 A Abordagem Cognitiva das emoções e o Modelo OCC

Os psicólogos cognitivistas da emoção focam seus estudos principalmente no processo de *appraisal*. Ao perceber um estímulo, o cérebro executa uma avaliação cognitiva, denominada *appraisal*, produzindo imediatamente uma tendência à ação em relação a objetos e eventos presentes (ou supostamente presentes) no estímulo (Arnold, 1960). As emoções são disparadas e diferenciadas pelo *appraisal* (Scherer, 1999).

Por exemplo, considere dois alunos, Paulo e Fernanda, de 9 anos, que obtém a mesma nota 9 (sobre 10), em uma avaliação de álgebra na escola. Paulo fica extremamente contente com a nota inesperada. É a primeira vez que Paulo obtém uma nota tão alta em uma avaliação de algum conteúdo relacionado à matemática. Ele mostra a sua nota a todos os colegas e pede para a sua mãe fazer o seu bolo de chocolate preferido em comemoração. Do outro lado da sala, Fernanda igualmente recebe com muita frustração sua avaliação. Fernanda é persistente, estudiosa e muito exigente com seu próprio desempenho escolar. Ela frequentemente obtém nota máxima nas avaliações que realiza, no entanto, desde que começou a ver o conteúdo de álgebra na escola, Fernanda não tem mais conseguido tirar notas acima de 9 nos exames de matemática. Para essa avaliação, Fernanda tinha forte esperança que acertaria todas as questões da prova, pois achou a avaliação muito fácil enquanto a realizava. O resultado da avaliação foi inesperado e não correspondia às expectativas de Fernanda.

No exemplo acima, embora a situação geradora seja a mesma (Paulo e Fernanda obteram nota 9 no exame escolar de álgebra), eles tiveram emoções com valências opostas: alegria e frustração. Isso ocorreu porque eles avaliaram as situações de maneira diferente. Paulo avaliou a situação como tendo consequências positivas para si. Os colegas lhe achariam mais inteligente e ele ganharia o seu bolo preferido. Por outro lado, Fernanda, esperava obter uma nota máxima na avaliação, como costumava fazer nas avaliações dos outros conteúdos, e o resultado inesperado a frustrou.

Então, ao contrário do que Platão e Descartes pensavam, emoção e razão não estão desconectadas. Na verdade, emoções requerem processos cognitivos para gerar ou recuperar preferências e significados. As emoções são ativadas pela interpretação de um indivíduo em relação aos aspectos irritantes ou alegres de um evento, o *appraisal*.

Baseada nesta abordagem cognitiva das emoções existe um modelo psicológico de emoções, o modelo OCC (Ortony et al., 1988), que tem sido amplamente usado para reconhecimento de emoções do usuário em sistemas computacionais e para implementação de emoções em máquina.

O modelo OCC foi proposto por Ortony, Clore e Collins (1988) e explica a origem de 22 tipos de emoções descrevendo os processos cognitivos que ativam cada uma deles. Por exemplo, a esperança surge quando uma pessoa desenvolve a expectativa de que algum evento bom acontecerá no futuro. Este modelo é chamado de OCC devido às letras inicias dos sobrenomes dos autores.

O modelo OCC assume que as emoções podem surgir a partir da avaliação (*appraisal*) de três aspectos do mundo: eventos, agentes e objetos. **Eventos** são a maneira pela qual as pessoas percebem as coisas que acontecem. **Agentes** podem ser pessoas, animais, objetos inanimados ou abstrações como instituições. **Objetos** são coisas vistas como objetos inanimados. Há três tipos de estruturas de valores que fundamentam as percepções de bom ou ruim: objetivos, padrões ou atitudes. Os eventos são avaliados de acordo com a sua **desejabilidade**, ou seja, se eles promovem ou impedem os objetivos e preferências de alguém. As ações de um agente são avaliadas de acordo com a sua obediência a normas e **padrões** morais, sociais e comportamentais. Finalmente, objetos são avaliados como **atraentes** de acordo com a compatibilidade de seus atributos aos gostos de alguém.

Segundo o modelo OCC, as emoções **alegria** e **tristeza** surgem quando uma pessoa foca na desejabilidade de um evento de acordo com os seus objetivos. O modelo OCC define que alegria ocorre quando uma pessoa está agradada com um evento desejável e tristeza quando está desagradada com o evento indesejável. Por exemplo, para um aluno que tem como objetivo agradar ao professor e aos seus pais, obter uma boa nota é um evento desejável e irá, provavelmente, disparar a emoção alegria. Essa foi uma das razões para Paulo, no exemplo acima, ter sentido alegria. As emoções **satisfação** e **frustração** surgem quando uma pessoa tem a confirmação da realização (satisfação) ou confirmação de não realização (frustração) de um evento desejável que esperava que pudesse se realizar. Fernanda experimentou frustração porque esperava obter nota máxima e obteve nota 9. As emoções **gratidão** e **raiva** são disparadas quando uma pessoa avalia as ações de outra em relação à interferência na realização de seus objetivos. Uma pessoa possui gratidão em relação a outra quando avalia que a ação da outra pessoa foi boa e teve consequência positiva para si. Raiva surge quando a ação de alguém é avaliada como censurável e tendo ainda uma consequência negativa para si. Se

a ação avaliada é a própria ação, emoções como vergonha ou orgulho podem ser disparadas. Orgulho surge quando uma pessoa aprova sua própria ação e vergonha caso contrário.

A ativação da emoção depende da percepção do mundo de uma pessoa – sua interpretação ("*construal*" em inglês). Se uma emoção de tristeza é uma reação a um evento indesejável, esse evento deve ser interpretado como indesejável. Voltando ao exemplo das notas de Paulo e Fernanda, o evento era o mesmo: tirar nota 9 na prova de álgebra. No entanto, eles experimentaram emoções diferentes porque Paulo interpretou o evento como positivo e Fernanda como negativo.

Além do modelo OCC, existem outros modelos alternativos que seguem a teoria *appraisal*. O modelo estrutural tenta explicar a relação entre os *appraisals* e as emoções disparadas (Lazarus, 1991). Segundo Lazarus, as emoções são diferenciadas pela avaliação de 3 aspectos: relacional, motivacional e cognitivo. O aspecto relacional diz respeito a relação entre um objeto e um indivíduo. O aspecto motivacional permite a pessoa avaliar o quão relevante um evento é para os seus objetivos. O componente cognitivo diz respeito ao processo de *appraisal* em si. Outro modelo de *appraisal* conhecido é o modelo "*Multi-level Sequential Check*" de Scherer (2001). Ele é composto por três níveis de processo de *appraisal*, com restrições sequenciais em cada nível que determina uma ordem de processamento da situação ou evento.

II.4 Afetividade e Motivação na Aprendizagem

Muitos psicólogos e pedagogos (Piaget, 1989; Vygotsky, 1994; Goleman, 1995; Vail, 1994; John-Steiner, 2000) têm enfatizado a importância da motivação, emoções e outros estados afetivos para a aprendizagem. Piaget (1989) acredita que não há mecanismo cognitivo sem elemento afetivo e a afetividade alimenta a atividade intelectual. É através dos interesses que selecionamos as nossas atividades. Vygotsky (1962) também propõe a unidade entre os processos intelectuais, evolutivos e afetivos. Segundo ele, o afeto não pode ser dissociado da cognição:

> *"Quando abordamos o problema da inter-relação entre pensamento e linguagem e outros aspectos da mente, a primeira pergunta que surge é o do intelecto e afeto. A sua separação como sujeitos de estudo é um dos principais problemas da psicologia tradicional, uma vez que faz com que o processo de pensamento apareça como um fluxo autônomo de 'pensamentos autônomos' segregado da plenitude da vida, das necessidades e interesses pessoais, das inclinações e impulsos do pensador." (Vygotsky, 1962, p. 10)*

Goleman (1995) tem destacada a maneira pela qual os distúrbios emocionais afetam a vida mental. Ele chama a atenção para a ideia bem conhecida de que alunos deprimidos, mal-humorados e ansiosos encontram maior dificuldade em aprender. Piaget (1989) igualmente coloca que boa parte dos alunos que apresentam dificuldades em matemática se deve a um bloqueio afetivo. Os trabalhos de Izard (1984) mostram que emoções negativas induzidas no estudante costumam prejudicar o seu desempenho em tarefas cognitivas e emoções positivas possuem um efeito contrário.

Um outro fator fundamental à aprendizagem é a motivação. Enquanto motivados, os alunos buscam encontrar resposta aos seus problemas e satisfazer suas necessidades. Para Vygotsky, a motivação é a razão da ação. É a motivação que impulsiona as necessidades, interesses, desejos e atitudes particulares dos sujeitos:

> *"O pensamento tem sua origem na esfera da consciência, uma esfera que inclui nossas inclinações e necessidades, nossos interesses e impulsos, e*

> *nosso afeto e emoções. A tendência afetiva e volitiva fica atrás do pensamento. Só aqui é que encontramos a resposta para o "porque" na análise do pensamento." (Vygotsky, 1962, p. 282)*

Em uma de suas últimas publicações (Vygotsky, 1994), Vygotsky apresenta um novo conceito introduzindo afetividade na aprendizagem: *perezhivanie*. O desenvolvimento de uma criança depende da maneira que ela experimenta uma situação no ambiente, isto é "como uma criança se torna consciente de, interpretar, e emocionalmente se relacionar com um certo evento" (Vygotsky, 1994, p. 341), na qual Vygotsky chamou de *perizhivanie*. Neste trabalho ele apontou o importante papel da emoção no desenvolvimento infantil. O conceito de perizhivanie é bastante análogo ao que os psicólogos cognitivistas chamam de '*construal*' quando mencionam a maneira de um indivíduo perceber uma situação no processo de *appraisal*.

Neste pequeno resumo pode-se perceber que os pesquisadores em psicologia da educação têm apontado dois importantes aspectos relacionados a afetividade e aprendizagem. Primeiramente, eles consideram que é um erro considerar afetividade e cognição como processos individuais sem inter-relação. Tanto Piaget como Vygotsky chamavam atenção para o fato de que as emoções interferem em processos cognitivos e vice-versa. Além disso, eles enfatizam o importante papel da afetividade na aprendizagem. Embora esses trabalhos tenham sido escritos por Vygotsky e Piaget na metade do século passado, só recentemente eles tem recebido atenção da comunidade científica. A obra de Vygotsky (1994) é póstuma e foi publicada 50 anos após sua morte.

III. Entendendo personalidade

III.1 O que é personalidade?

A fim de melhor compreender os trabalhos que usam personalidade em sistemas inteligentes de aprendizagem, é necessário primeiramente compreender o que é personalidade no contexto psicológico (Funder, 2001) para que posteriormente se possa extraí-la, modelá-la, implementá-la e/ou armazená-la em computadores (Nunes, 2009; Nunes, 2012).

Na Psicologia não existe um consenso para a definição de personalidade. De acordo com Schultz (1990), a origem em latin da palavra personalidade ("*Persona"*) refere-se à máscara usada por um ator para a encenação de uma peça teatral ao público. Schultz ainda estende sua definição descrevendo personalidade como "um conjunto permanente e exclusivo de características identificáveis nas ações/interações do indivíduo em diferentes situações". Ainda, Burger (2000) define personalidade como "um padrão de comportamento consistente e processo intrapessoal que é originado internamente no indivíduo".

A personalidade é mais que apenas a aparência superficial e física de um indivíduo. Ela é relativamente estável e previsível, porém não é necessariamente rígida e imutável. A personalidade, geralmente, permanece estável por um período de 45 anos iniciando na fase adulta (Soldz e Vaillant, 1998).

III.2 As diferentes teorias de personalidade

Como descrito anteriormente, não existe na literatura uma única operacionalização nas definições de personalidade. Contudo, como descrito por Nunes (2012), embora essa operacionalização possa ser utilizada de forma razoavelmente genérica, as definições de personalidade são muito melhor compreendidas se encaradas a partir da teoria (ou abordagem) da Personalidade a qual pertencem. As Teorias da Personalidade foram criadas para facilitar a compreensão acerca de si mesmo e dos outros (Cartwright, 1979). Entretanto existe uma pluralidade de conceitos com pontos de vistas epistemológicos diferentes, onde cada abordagem teórica possui suas próprias definições, origem e desenvolvimento acerca da personalidade. Afinal, pensar em personalidade é mesmo pensar em um construto complexo.

Hall et al. (1998) separam as diversas teorias existentes acerca da personalidade em quatro grandes grupos de abordagens: (*i*) ênfase na psicodinâmica; (*ii*) ênfase na realidade percebida; (*iii*) ênfase na aprendizagem; e (*iv*) ênfase na estrutura. Os trabalhos nessa seção referem-se a esta última, pois as teorias com ênfase na estrutura foram as que mais influenciaram o desenvolvimento de testes para mensuração da personalidade.

As teorias com ênfase na estrutura possuem, como sua própria denominação deixa claro, uma preocupação central com a forma como se estrutura a personalidade. Isto é, ainda que a dinâmica e o desenvolvimento da personalidade também recebam alguma atenção, a característica definidora das teorias nesta abordagem é a busca por uma taxonomia, por um conjunto sistemático de características que possa ser usado para resumir a personalidade de um indivíduo. Três dos grandes estudiosos da personalidade que desenvolveram teorias que se encaixam nessa abordagem foram Henry Murray, Gordon Allport e Raymond Cattell (Hall et al., 1998).

Murray desenvolveu uma teoria da personalidade conhecida como Personologia. O autor enfatizava que a personalidade é uma abstração formulada pelos teóricos e não simplesmente uma descrição do comportamento do indivíduo. Para Murray, a personalidade de um indivíduo se refere a uma série de eventos que idealmente abrangem toda a sua vida. A definição da personalidade deveria, portanto, refletir os elementos duradouros e recorrentes do comportamento, bem como os elementos novos e únicos. A teoria da personalidade de Murray parte de alguns postulados. O teórico afirmava que a personalidade funcionaria como agente organizador cujas funções seriam integrar os conflitos e as limitações aos quais o indivíduo está exposto, satisfazer suas necessidade e fazer planos para a conquista de metas futuras. Assim, os comportamentos humanos estariam relacionados uns aos outros de forma temporal através de ações que desembocam na tentativa de satisfazer dadas necessidades, que são acompanhadas de um determinado sentimento ou emoção (Hall et al., 1998).

Murray (1938) define uma necessidade como um potencial ou prontidão para responder de determinada forma sob dadas circunstâncias. Assim, a necessidade representaria o fato de que certa tendência deve ser recorrente no comportamento do indivíduo. As necessidades que guiam o comportamento e formam a personalidade foram categorizadas pelo autor em primárias (de base biológica), como fome, sede, sexo e evitar a dor; e secundárias (derivadas daquelas de base biológica ou inerentes à natureza psicológica), como agressão, autonomia, reconhecimento, entre outras. Necessidades mais fortes em um indivíduo se expressariam mais frequentemente e levariam a

determinados comportamentos recorrentes – dos quais, por fim, poder-se-ia abstrair a sua personalidade.

III.2.a A Abordagem de Traços

A abordagem de traços tem sido a mais comumente aplicada em computadores, por ser mais facilmente mensurável de forma explícita em humanos por meio de computadores (Nunes, 2009; Nunes, 2012).

Como descrito por Souza e Nunes (apud in Nunes, 2012), Allport foi o primeiro teórico a trabalhar o conceito de traços psicológicos para embasar uma teoria da personalidade, conhecida como Teoria do Traço (Allport & Allport, 1921; Allport, 1927). Para o autor, cada ser humano possui traços de personalidade comuns e individuais, e a intensidade com que esses traços se expressam é diferente para cada indivíduo. Por exemplo, duas pessoas podem ter um traço de personalidade "calmo", e cada uma delas ter um nível de "calma" diferente. Essas diferenças seriam fruto da história de vida de cada um e das influências externas e ambientais sobre a pessoa. No entanto, o traço latente seria o mesmo, e a personalidade dos indivíduos poderia, portanto, ser descrita com base nos traços.

Com base nos estudos da linguagem natural, seguindo uma hipótese de que analisar a linguagem ajudaria a entender a personalidade, Allport e Odbert (1936, *apud* Hutz et al., 1998; Loehlin, 1992) selecionaram um amplo número de palavras – 17.953 palavras, entre traços comuns e individuais –, em sua maioria adjetivos, que fossem capazes de descrever traços de personalidade como, por exemplo, os adjetivos *agressivo* e *sociável*. O uso de descritores de traços da linguagem natural para identificar fatores que permitam entender características de personalidade decorre da abordagem léxica que afirma que as diferenças individuais mais significativas nas interações diárias das pessoas são codificadas na linguagem (Goldberg, 1982 *apud* Hutz et al., 1998). Isto é, se um traço de personalidade é saliente, capaz de gerar diferenças individuais socialmente relevantes, as pessoas notarão essa característica e, já que ela é importante, vão querer falar sobre ela. Como consequência, uma palavra ou expressão terminará sendo inventada para descrevê-la.

Cattell desenvolveu a Teoria de Traço Fatorial-Analítica, uma tentativa de elaborar uma "tabela periódica" de elementos da personalidade (Goldberg, 1990; Hutz et al., 1998; Loehlin, 1992). De início, o autor reduziu a lista criada por Allport a 4.500 adjetivos que descreveriam os traços de personalidade. Com o avanço de suas pesquisas, Cattell destilou essa lista e novamente reduziu-a drasticamente, dessa vez para 171 adjetivos, os quais foram agrupados empírica e conceitualmente em 35 pares bipolares.

Os trabalhos de Cattell e de outros autores serviram de base para várias análises fatoriais, que em grande parte convergiram em uma solução similar de cinco fatores. Essa solução fatorial ficou popularmente conhecida como *o Big Five*, expressão traduzida para o português como o modelo dos Cinco Grandes Fatores (CGF). O modelo dos Cinco Grandes Fatores (CGF), ou *Big Five* (John e Srivastava, 1999), da personalidade é uma versão moderna da Teoria do Traço. Este modelo representa um avanço conceitual e empírico no campo da personalidade, descrevendo dimensões humanas básicas de forma consistente e replicável (Hutz et al., 1998).

Norman, em 1963, denominou os Cinco Fatores de *Surgency*, *Agreeableness*, *Conscientiousness*, *Emotional Stability* e *Culture*. Atualmente, diversas outras

denominações já foram sugeridas. Em língua portuguesa, os Cinco Grandes Fatores podem ser definidos como Extroversão, Amabilidade (ou Socialização), Conscientização (ou Realização), Neuroticismo (ou Instabilidade Emocional) e Abertura (ou Abertura à mudança) (Hutz et al., 1998; Berger, 2003).

Cada um dos fatores resume aspectos distintos do comportamento que tendem a se apresentar juntos empiricamente (Loehlin, 1992). O fator Extroversão caracteriza pessoas sensíveis, assertivas, ativas e impulsivas. O fator Socialização, pessoas gentis, úteis e despreocupadas, com comportamento pró-social. O fator Realização representa pessoas organizadas e deliberadas, com comportamento de responsabilidade social. O Neuroticismo caracteriza pessoas ansiosas, mal-humoradas e autopunitivas. Por fim, o fator Abertura reflete pessoas criativas, curiosas, abertas a novas experiências e com traços de facilidade intelectual (Berger, 2003; Loehlin, 1992). A Tabela 1, adaptada de Loehlin (1992), apresenta alguns adjetivos que caracterizam os cinco fatores.

McAdams (*apud* Hutz et al., 1998) observa que os Cinco Fatores se referem a informações fundamentais que geralmente se quer ter sobre pessoas com quem se interage. As pessoas costumam querer saber se o estranho, o visitante ou o aprendiz com quem vão interagir é: 1) ativo e dominante ou passivo e submissivo; 2) socialmente agradável ou desagradável, amigável ou frio, distante; 3) responsável ou negligente; 4) louco, imprevisível ou "normal", estável; 5) esperto ou tolo, aberto a novas experiências ou desinteressado pelo que foge ao cotidiano.

Segundo as teorias estruturais, são os traços de personalidade que levam os indivíduos a procurar, interpretar e depois reagir aos eventos da vida de maneira própria. Durante a idade adulta, por exemplo, a principal fonte de continuidade do desenvolvimento é a estabilidade da personalidade. E, em geral, os Cinco Grandes Fatores permanecem estáveis nessa fase da vida. A classificação alta ou baixa de um indivíduo em cada um dos Cinco Fatores é determinada pelas influências interativas dos genes, da cultura, da forma inicial de criação e das experiências e escolhas feitas no final da adolescência e no início da idade adulta. A força desses Fatores pode flutuar antes dos 30 anos, porque o contexto social e as escolhas pessoais da adolescência e do início da idade adulta despertam novos padrões de personalidade que não eram manifestos na primeira infância. Entretanto, por volta dos 30 anos, os Cinco Fatores geralmente se estabilizam por completo, e assim permanecem por toda a vida (Berger, 2003).

Tabela 1. Adjetivos característicos dos Cinco Grandes Fatores de Personalidade. Fonte: (Nunes, 2012)

	Extroversão	**Socialização**	**Realização**	**Neuroticismo**	**Abertura**
Pólo do rótulo	Ativo	Altruísta	Confiável	Ansioso	Artístico
	Aventureiro	Amigável	Consciente	Apreensivo	Curioso
	Barulhento	Carinhoso	Eficiente	Emotivo	Engenhoso
	Energético	Confiante	Minucioso	Instável	Esperto
	Entusiástico	Cooperativo	Organizado	Nervoso	Imaginativo
	Exibido	Gentil	Prático	Preocupado	Inteligente
	Sociável	Sensível	Preciso	Temeroso	Original
	Tagarela	Simpático	Responsável	Tenso	Sofisticado
Pólo oposto	Acanhado	Antipático	Desatento	Calmo	Comum
	Introvertido	Brigão	Descuidado	Contido	Simples
	Quieto	Bruto	Desorganizado	Estável	Superficial
	Reservado	Crítico	Distraído	Indiferente	Tolo
	Silencioso	Frio	Imprudente	Sereno	Trivial
	Tímido	Insensível	Irresponsável	Tranqüilo	Vulgar

Cabe aqui, no entanto, a ressalva de que a estabilidade da personalidade não é regra imutável. Mudanças significativas no ambiente do qual faz parte o adulto, especialmente quando as circunstâncias da vida são drasticamente alteradas, são de fato capazes de produzir modificações na personalidade. O divórcio ou morte do cônjuge, um novo casamento ou uma nova carreira, o abandono de um antigo vício, a transferência para uma cultura estrangeira ou uma conversão religiosa são alguns exemplos de fatores sócio-ambientais capazes de exercer forte influência sobre a personalidade, mesmo na idade adulta (Berger, 2003).

III.3 Identidade do Usuário/agente

Segundo Jesus e Nunes (apud in Nunes, 2012) para falar de identidade é necessário inicialmente falar do processo de socialização que se inicia no ingresso do indivíduo ao mundo. Ao nascerem todos se deparam com um cenário social, resultante da produção humana, que já está pronto e organizado – realidade objetiva.

A socialização é um processo pelo qual a realidade objetiva se apresenta como realidade subjetiva, ou seja, ao nascer, a criança entra e se apropria de uma realidade cuja construção não participou. Sobretudo não quer dizer que o indivíduo seja apenas um reflexo puro e simples dessa realidade objetiva. Assim, a socialização, que tem como primeiro grupo socializador a família (a não ser em casos excepcionais), se refere à maneira como o indivíduo se insere em uma determinada cultura. A diferença e a igualdade são a primeira noção de identidade, uma vez que vamos nos diferenciando e nos igualando conforme os vários grupos sociais de que fazemos parte.

Quando alguém fala sobre sua identidade, de fato descreve características da sua personalidade: sua história de vida, suas atividades, fala-se de algo que é igual a si mesmo e traz coerência aos diferentes elementos da vida do indivíduo, unindo três tempos em um relato – presente, passado e futuro. Para Brandão (1986), a identidade explica o sentimento pessoal e a consciência da posse de um eu, de uma realidade individual que a cada um se torna, diante dos outros "eus", um sujeito que é único e é reconhecido pela sua individualidade. O termo identidade se aplica à delimitação que permite a distinção de uma unidade gerada pela socialização e garantida pela individualização.

A formação da identidade depende da diferenciação do eu em relação ao outro. Os psicanalistas e psicólogos sociais relatam que a diferenciação do eu acontece no momento em que nos diferenciamos do outro, ou seja, ao descobrir o outro é possível se tornar alguém. Segundo a visão da psicologia clássica, Identidade é definida pela autoconsciência/visão que cada pessoa possui de si mesma, enquanto que na Psicologia Social e Sociologia, Identidade pode ser definida como a forma que cada pessoa é vista sob os olhos da sociedade.

O modo como se define a identidade é influenciado em grande parte pelo contexto, considerando que a identidade é o fundamento da personalidade, já que por meio daquela podemos ter indicações destas, ambientes diferentes podem moldar a personalidade. Ciampa (1993) usa a concepção psicossocial e define a identidade como uma metamorfose, ou seja, está em constante mudança, mas apresenta-se de forma estática por meio da aparência da identidade. Isto é, a ação é que constrói a identidade, porém essa é fragmentada e *coisificada* sob a forma de personagem: "Eu sou o que faço em determinado momento". E não é possível, a todo instante, mostrar todas as facetas

que o indivíduo possui. Sendo assim, a dinâmica da construção da identidade é congelada tornando-se uma não metamorfose.

No seu processo de construção, que perdura a vida do indivíduo, a identidade, para Jacques et al. (1998), se configura como determinada e determinante ao mesmo tempo. Essa configuração decorre em um contexto histórico social em que o sujeito constrói, se insere e se apropria do seu contexto de forma ativa.

Gosling (2008) diz que um aspecto importante que pode revelar algo sobre como vemos e como queremos ser vistos no mundo, são as afirmações de identidade, que é o modo que tomamos posse de nossos espaços pessoais. Essas afirmações podem dizer muito sobre nossa história de vida. Uma maneira comum e simples dessa apropriação do ambiente é adorná-lo com objetos que trazem lembranças e simbolismos deliberados. Dessa forma, essas afirmações estão presentes em nossas vidas em tudo o que fazemos.

Boyd (2002) descreve dois aspectos diferentes da Identidade: a noção internalizada do "eu" (Identidade Interna) e a versão projetada da internalização do "eu" (Identidade Social). Nessa mesma linha, Erikson (1980), por exemplo, acredita que Identidade (EGO) tem uma representação pessoal interna (Identidade Interna) bem como uma representação social (Identidade Social). Giddens (1991) concorda que sem experiências sociais o "eu" não pode internalizar evolução. Giddens ainda afirma que a identidade de um indivíduo não é estática, ela pode ser representada em constante evolução, principalmente porque o componente social é dinâmico e está sempre sendo modificado. Mead (1934), ainda define "eu" e "mim", onde "mim" representa o aspecto socializado da pessoa (Identidade Social), enquanto que o "eu" representa como a pessoa se define em relação aos outras pessoas da sociedade (Identidade Individual).

Ainda, para Gosling (2008), essas afirmações de identidade são dirigidas a si mesmo (identidade interna) e aos outros (identidade social). As duas maneiras possuem função psicológica específica. As afirmações direcionadas aos outros servem para sinalizar como as pessoas desejam ser vistas e por esse motivo, utilizam-se de significados comuns a todos – como exemplo, no Brasil, onde o voto é secreto, é comum em período de eleição, notar que eleitores usam afirmações de suas escolhas, por exemplo, colando adesivos ou vestindo camisas do partido eleitoral escolhido, em locais visíveis a todos. São afirmações direcionadas ao outro que transmitem em seu significado não só a escolha eleitoral, mas os valores, crenças e a visão que o indivíduo tem do mundo e que por meio da manifestação, nesse caso, da escolha partidária, comunicam como deseja ser visto e informa como vê o mundo. Já as afirmações direcionadas a si mesmo podem não dar o significado certo para quem observa – como exemplo, a foto de um líder político muito influente, colada na parte interior da porta de um guarda-roupa. Essa é uma afirmação de identidade direcionada a si mesmo, já que está em um lugar visível apenas pelo usuário do ambiente, a nível individual, e individual também será o significado.

A identidade tratada como um dado (informação) capta um aspecto representacional deixando de lado aspectos constitutivos de sua produção. É introduzida nessa perspectiva uma complexidade – uma vez que a identidade pressuposta é resposta, ela é vista como dada anulando o contínuo processo de identificação (Ciampa, 1993). Constitui-se, assim, uma expectativa generalizada onde o indivíduo agirá de acordo com o que é.

Gosling (2008) afirma que traços da personalidade podem ser encontrados nas pistas que as pessoas deixam em seus ambientes pessoais. Impressões que são percebidas através de minuciosas decodificações de decorações de ambientes pessoais, como quarto, escritório e banheiro pessoal. Nessa perspectiva, as generalidades transmitidas pelos estereótipos, apesar de desconsiderarem a variedade das características dentro de um grupo social, podem ser utilizadas como hipóteses de trabalho, no sentido de ter uma "dica" que direciona as observações.

Gosling (2008) traz como instrumento para agrupar traços da personalidade, a estrutura Big Five, o Modelo dos Cinco Grandes Traços. Os traços desse modelo são: abertura, conscienciosidade, extroversão, sociabilidade e neurose (como já visto anteriormente). Nesse sentido as impressões percebidas pelas pistas deixadas pelos indivíduos em seus ambientes podem e vão dizer algo sobre a personalidade. É importante ressaltar que entender a personalidade não se resume apenas em somar traços de caráter, mas assemelha-se a resolução de um enigma.

No mundo virtual, que é também considerado um ambiente em que relações sociais acontecem, a perspectiva da identidade é percebida pelas posições tomadas diante de determinadas situações. Características entendidas como próprias do indivíduo são consideradas parte de sua identidade e nas relações sociais, tanto virtuais quanto "reais", para que o outro possa ter contato e identificar-se com o eu, faz-se necessário manifestações de sua identidade.

O adorno do ambiente virtual, participação de grupos virtuais (comunidades do Orkut) são exemplos de manifestações de sentimento de pertença a determinados grupos, uma vez que o grupo é formado a partir de algum significado comum a todos do grupo. Essa é uma maneira de observar uma característica da identidade. Porém no ambiente virtual existem os "*fakes*", considerados como uma falsificação da identidade, porém o uso de *fake* pode acontecer como a maneira de ser outro, já que no mundo "real" não é permitido a essa pessoa demonstrar e viver determinadas características que permanecem no anonimato no âmbito real, mas virtualmente, encontra o espaço para se manifestar. Donath (1999; 2000) afirma que conhecer a identidade da pessoa é vital para uma adequada personalização de um ambiente no mundo virtual. Goffman (1959) afirma, ainda, que as pessoas se esforçam para se apresentarem como pessoas "aceitáveis" aos olhos da sociedade (em comunidades virtuais, por exemplo).

Note, que, por exemplo, se o usuário for um agente em um ambiente computacional, muitas das características da identidade pessoal (aspectos psicológicos e habilidades sociais) podem ser percebidas e podem ser captadas por meio de símbolos disponíveis na própria interface desse sistema computacional. Porém cada símbolo pode ser interpretado diferentemente por cada sujeito/usuário, considerando como o mesmo os projeta durante suas interações com o mundo real. Da mesma forma, os símbolos projetados via interface são, também, interpretados diferentemente por cada usuário/aluno, emergindo, dessa forma, diferentes aspectos psicológicos dos mesmos durante suas interações no ambiente podendo influenciar definitivamente (positiva ou negativamente) nas interações dos usuários/alunos nos ambientes computacionais educacionais atuais, por exemplo.

Considerando a identidade como um canal importante onde as características objetivas e subjetivas das pessoas emergem, é de fundamental importância seu uso em computadores. Note que tecnicamente, em Ciência da Computação, a tecnologia usada

para formalizar a identidade em um dado ambiente computacional é pelo uso de Perfil do usuário/modelo do aluno (Identidade Interna) e Reputação do usuário/aluno (Identidade Social). Na seção IV.2.2. são descritas formas de modelagem da identidade interna de um usuário/aluno (Para mais informações sobre reputação ver em (Nunes e Cazella, 2011)).

IV. Sistemas inteligentes de aprendizagem que consideram a afetividade do aluno

Nesta seção é realizada uma introdução aos trabalhos de pesquisa em computação afetiva aplicada à educação. Esses trabalhos estão organizados em sub-seções que estão relacionadas aos grupos principais de pesquisa na área (conforme Figura 1): (*i*) sistemas que inferem os estados afetivos do aluno, que diz respeito aos trabalhos que tentam reconhecer os estados afetivos do aluno e modelá-los; (*ii*) sistemas que expressam emoções/personalidade são aqueles que mostram interesse na expressão de emoções/personalidade a fim de motivar, entreter e também induzir estados afetivos mais propícios a aprendizagem no aluno; e (*iii*) sistemas que simulam emoções/personalidade em máquina que compreendem os trabalhos computacionais que simulam emoções/personalidade a fim de fazer com que esses sistemas revelem comportamentos emocionais mais coerentes. Em especial, essa seção foca nos sistemas que reconhecem e expressam emoções, onde se concentram as pesquisas em Informática na Educação e Interação Homem-Computador. Para cada grupo, são apresentadas as perspectivas adotadas pelos pesquisadores para a solução de problemas (por exemplo, que tipo de ferramentas computacionais são utilizadas para reconhecer as emoções/personalidade do usuário) e, também, são descritos alguns trabalhos mais conhecidos como exemplos.

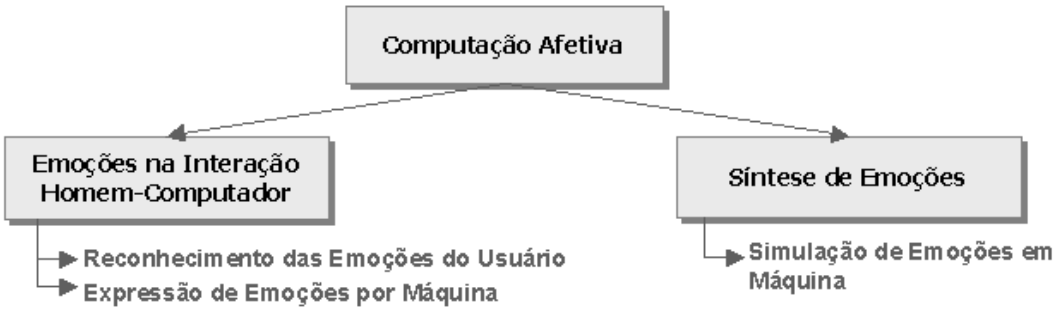

Figura 1. Ramos de Pesquisa em Computação Aplicada.
Fonte: (Jaques & Vicari, 2005b)

IV.1 Sistemas Inteligentes de Aprendizagem com Emoções

IV.1.a Reconhecimento e modelagem das emoções do usuário

Para que o sistema possa se adaptar à afetividade do aluno, esse **deve reconhecer as suas emoções**. Quando um estudante encontra-se frustrado com seu desempenho, ele pode abandonar a tarefa que está sendo realizada. O sistema precisa saber quando o aluno está frustrado a fim de encorajá-lo a continuar estudando e a realizar as suas atividades. Assim, é necessário também que o ambiente tenha, além de um modelo do desempenho do aluno, um modelo afetivo que considere o histórico afetivo do aluno, ou seja, todas as emoções que ele sentiu enquanto usou o ambiente educacional.

As emoções do usuário podem ser reconhecidas pelas seguintes fontes: (*i*) voz (prosódia) ou diálogo; (*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).

Rosalind Picard, do MIT media lab[1], é a percussora dos trabalhos de reconhecimento de emoções por sinais fisiológicos (Picard et al., 2001). Com uma formação em engenharia, Rosalind e seu grupo criaram vários equipamentos capazes de detectar emoções através do batimento cardíaco, condutividade elétrica da pele e dos músculos e respiração. Eles obtiveram uma taxa de sucesso de 81% com o reconhecimento de oito emoções (neutro, raiva, ódio, tristeza, amor platônico, amor romântico, alegria e veneração). Uma das vantagens do reconhecimento de emoções por sinais fisiológicos é que essa é uma forma de reconhecimento emocional inumana, ao contrário da voz e da face, e por isso é mais difícil de ser dissimulada. Por outro lado, os equipamentos são caros e podem ser intrusivos, levando a outras emoções.

Geralmente, os sensores fisiológicos não são usados como mecanismos isolados para inferir as emoções do aluno. Uma emoção não pode ser inferida apenas pelo batimento cardíaco de um indivíduo. Os sensores apenas fornecem algumas informações ou evidências sobre emoções. Por exemplo, a condutividade da pele é um bom indicador do nível de excitamento (*arousal*) e os batimentos cardíacos aumentam na presença de emoções com valência negativa. Dessa forma, os sensores fisiológicos são geralmente usados em trabalhos que envolvem reconhecimento multimodal de emoções.

Em Burleson e Picard (2007), um agente companheiro infere os estados afetivos do aluno para suportá-lo durante a sua aprendizagem. O agente engloba uma plataforma multimodal de inferência de emoções que incorpora uma câmera para inferência de emoções por expressão facial, *mouse* que detecta pressão do clique do usuário, sensor de condutividade da pele, e uma cadeira que detecta a emoção pela postura do usuário. O agente usa as informações sobre os estados afetivos do aluno para mediar dois tipos principais de comportamentos: imitar as emoções do aluno através de um espalhamento de suas posturas e expressões e intervir dando suporte pedagógico e afetivo. Os experimentos mostraram resultados significativos provenientes da intervenção do agente em relação a motivação intrínseca dos alunos, sua atenção, frustração e capacidade de lidar com suas próprias emoções. Os resultados foram principalmente interessantes com alunos do sexo feminino entre 13 e 16 anos.

Outro exemplo de pesquisa que envolve inferência multimodal com sensores é o trabalho do grupo liderado pela pesquisadora Woolf (Arroyo et al., 2009; Woolf et al., 2009). Eles usam sensores para detectar emoções dos alunos e promover atitudes e crenças mais positivas em relação à matemática. Um diferencial deste trabalho é ter aplicado o modelo com alunos em sala de aula, ao contrário dos trabalhos anteriores em que, geralmente, os modelos eram testados em um curto espaço de tempo em laboratório. D'Mello e Graesser (2009) descrevem um modelo para inferir estados afetivos tais como confusão e frustração através da postura de um aluno sentado em uma cadeira.

---

[1] Grupo de Computação Afetiva da Rosalind Picard no MIT Media Lab: http://vismod.www.media.mit.edu/vismod/demos/affect/

Muitos trabalhos reconhecem as emoções do usuário pela sua expressão facial emocional. Para tanto, os sistemas possuem uma câmera acoplada que envia ao sistema imagens estáticas ou vídeos para reconhecimento da expressão facial emocional. Enquanto o reconhecimento de expressões faciais por humanos é de aproximadamente 87%, alguns algoritmos computacionais, em ambiente controlado, obtêm sucesso entre 74% e 98% (Sebe et al., 2005).

As expressões faciais emocionais podem ser reconhecidas basicamente por dois mecanismos. Em uma abordagem simbólica, o sistema objetiva detectar movimentações musculares relacionadas a expressões faciais emocionais, tais como o sorriso para a emoção alegria. Nesse caso, geralmente, é utilizado o modelo psicológico FACS (Ekman et al., 2002), que descreve as movimentações musculares, chamadas de *Action Units*, relacionadas a cada emoção. Numa abordagem numérica, classificadores neurais são treinados para reconhecer as emoções básicas. Oliveira & Jaques (2008) propõem um sistema para reconhecimento de emoções por expressões faciais capturadas por uma webcam, baseado no modelo FACS. Burleson e Picard (2007) detectam expressões faciais emocionais do aluno por uma câmera. Leite et al. (2010; 2012) usam o software "Seeing Machines face API"[2] para detectar o sorriso dos usuários jogando xadrez com o robô iCat.

Para o reconhecimento de emoção por voz, tanto humanos quanto computadores atingem uma taxa média de sucesso de 65% (Scherer et al., 2001), sendo que alguns algoritmos alcançam o nível de quase 80% de acerto (Sebe et al., 2005). Um problema que pode ocorrer na identificação de emoção vocal é a interferência de sons externos (ruídos) na captação sonora, caso se trate de ambiente não controlado. Sincronizando a movimentação labial com fala (mecanismo utilizado na percepção humana) é possível obter uma redução dos efeitos de ruído. As emoções também podem ser reconhecidas pelo conteúdo do diálogo do aluno. Em D'Mello et al. (2008) é proposto um classificador que infere os estados afetivos tédio, confusão, "flow" e engajamento durante o diálogo do aluno com o ITS AutoTutor.

As emoções podem ser igualmente reconhecidas pelas ações do usuário na interface do sistema. A ideia é tentar inferir as emoções do usuário através de ações que o usuário executa na interface do software. Conati e seu grupo foram pioneiros neste sentido (Conati, 2002; Conati e Zhou, 2002; Conati e Maclare, 2004). Eles propõem um modelo probabilístico para inferir emoções do estudante em um jogo educacional. O modelo é implementado com redes dinâmicas de decisão (DDNs), uma extensão das redes bayesianas. Ele considera seis emoções (alegria, aflição, orgulho, vergonha, admiração, e reprovação) que são inferidas de acordo com o modelo OCC. Outro exemplo é o trabalho de Eyharabide et al. (2011), que descreve uma ontologia baseada no modelo OCC para reconhecer as emoções do aluno enquanto responde a um questionário.

No Brasil, um dos trabalhos pioneiros no reconhecimento de estado afetivo por comportamento observável do aluno foi realizado por Bercht (2001). Elas definiram um modelo afetivo dinâmico baseado em uma abordagem Belief-Desire-Intention - BDI (Georgeff et al., 1999). Baseado no trabalho de del Soldato e de Boulay (1995), o modelo proposto por Bercht inferia o estado motivacional do aluno através dos fatores

[2] Disponível em *http://www.seeingmachines.com/product/faceapi/*.

auto-confiança, independência e esforço. Esses fatores eram reconhecidos através do comportamento observável do aluno.

Jaques e Vicari (Jaques, 2008; Jaques e Vicari, 2007; Jaques et al., 2011) desenvolveram um modelo afetivo cognitivo, conceitualmente baseado no modelo OCC, para inferir as emoções *alegria*, *tristeza*, *satisfação*, *frustração*, *gratidão*, *raiva* e *vergonha* do aluno a partir de dados comportamentais em um ambiente web de aprendizagem. O modelo segue uma abordagem baseada em estados mentais, mais especificamente ele se beneficia da capacidade de raciocínio do modelo BDI para inferir o *appraisal* dos alunos.

A ideia principal doss trabalhos que empregam modelos psicológicos baseado em *appraisal*, tais como o de Conati e Jaques anteriormente citados, é usar a informação fornecida pelo modelo psicológico para construir uma interpretação de uma situação do ponto de vista do usuário e raciocinar sobre qual emoção esta interpretação leva. Por exemplo, para inferir a emoção feliz de acordo com o modelo OCC, o sistema raciocina sobre o aspecto desejável de um evento em relação aos objetivos do aluno. Se o aluno tem o objetivo de agradar os pais, obter uma nota boa em um exercício é um evento desejável (situação), pois ele promove seus objetivos e, desta maneira, dispara emoções positivas como felicidade.

Até então os trabalhos buscavam inferir as emoções básicas dos alunos enquanto interagindo com ambientes educacionais. No entanto, os pesquisadores começaram a perceber que havia pouca possibilidade que o aluno sentisse tristeza ou medo enquanto interagia com um ambiente educacional. Eles passaram a se interessar por outros estados afetivos que impactassem mais profundamente na aprendizagem.

Esse é o caso do trabalho de Lagud e Rodrigo (2010) que investigaram as situações em que alunos com alto desempenho experimentam estados afetivos tais como tédio, *flow* (estado afetivo que envolve alta concentração e interesse em uma atividade realizada), confusão, frustração e surpresa. No entanto, nesse trabalho os pesquisadores não chegam a propor um modelo computacional, mas apenas apresentam resultados de um experimento em que são observados os estados afetivos dos alunos interagindo com o ambiente computacional Aplusix. Para tanto, os pesquisadores permanecem na mesma sala que os alunos observando e anotando os seus estados afetivos. A mesma abordagem foi adotada por Guia et al. (2012) para detecção dos estados afetivos tédio, confusão e concentraçãoo no STI SQL-Tutor. Em um outro artigo, Baker et al. (2010) descrevem em quais situações educacionais os alunos demonstram esses mesmos estados afetivos num experimento que envolveu a observação de estudantes usando três diferentes ambientes educacionais. Eles também buscam verificar o impacto desses estados afetivos na maneira como os alunos interagiram com o ambiente educacional. Por exemplo, em quais estados afetivos os alunos mostraram comportamentos tais como inatividade, "*gaming the system*", ou conversas fora do assunto de estudo.

Para o leitor que queira se aprofundar no tema de detecção de estados afetivos, aconselha-se a leitura do artigo (Calvo e D'Mello, 2010). Para aprofundamento sobre reconhecimento multimodal de emoções, destaca-se o *survey* (Sebe et al., 2005).

IV.1.b Expressão de Emoções em Máquinas

Uma vez que os sistemas tenham detectado os estados afetivos do aluno, eles devem usar essa informação para promover a sua aprendizagem. Para tanto, os sistemas podem

também expressar emoções com vários propósitos: encorajar o aluno e mostrar que se importa com ele (Jaques et al., 2009; Jaques et al., 2011; Arroyo et al., 2011), imitar os estados afetivos do aluno (Leite et al., 2010, 2012, Burleson e Picard, 2007), entre outros.

Para expressar emoções, os ambientes computacionais de aprendizagem tem sido dotados de agentes pedagógicos animados ou robôs.

Os agentes pedagógicos animados usam recursos de multimídia para fornecer ao usuário um personagem animado com características semelhantes àquelas de seres vivos inteligentes. Estas características, tais como, expressões faciais e entendimento das emoções humanas, juntamente com uma boa interface de diálogo com o usuário, tornam esses agentes mais atraentes ao aluno. Desta maneira, diferentemente dos sistemas convencionais, a comunicação de agentes pedagógicos animados tem uma natureza mais social e antropomórfica (Jaques et al., 2001). Eles exploram a tendência natural das pessoas em se engajar em interações sociais com computadores, nomeada "*The Media Equation*" ("A Equação da Mídia" em português) por Reeves e Nass (1996).

Muitos trabalhos tem utilizados agentes pedagógicos animados para interagir de maneira mais afetiva com os alunos. Em (Jaques et al., 2008, 2009, 2011), o agente pedagógico animado PAT busca promover emoções mais positivas no aluno, assim como motivá-lo e promover sua auto-eficácia e motivação intrínseca, quando ele apresenta emoções negativas. O trabalho de Burleson e Picard (2004, 2007) engloba igualmente um agente pedagógico animado que busca promover a motivação intrínseca do aluno.

Woolf et al. (2009) e Arroyo et al. (2011) descrevem o impacto de agentes pedagógicos animados nas atitudes dos alunos em relação à matemática. Eles colocam que os agentes afetivos são especialmente efetivos em promover a autoconfiança e crenças positivas em relação à matemática ("eu gosto de matemática") em alunos do sexo feminino.

D'Mello et al. (2010) descreve um agente pedagógico animado que tenta auxiliar o aluno a regular suas emoções negativas. Experimentos empíricos no ambiente AutoTutor demonstraram que o agente é principalmente efetivo com alunos com baixo desempenho.

Os pesquisadores também tem empregado robôs para proporcionarem uma interação mais afetiva com os alunos. Os trabalhos do grupo de Ana Paiva (Leite et al., 2010, 2012) descrevem um modelo computacional afetivo acoplado ao robô iCat para mostrar empatia ao aluno enquanto está aprendendo a jogar xadrez. Uma das táticas utilizadas é o agente imitar a emoção inferida do aluno como forma de mostrar que "sente" as mesmas emoções.

Muitos outros trabalhos nacionais e internacionais têm apostado no reconhecimento e expressão de emoções como forma de promover a aprendizagem em sistemas tutores e outros programas educacionais. Para uma visão mais aprofundada do tema, os autores sugerem a leitura dos artigos publicados nas principais conferências e *journals* das áreas de Computação Afetiva, Informática na Educação, Interação Homem-Máquina e Inteligência Artificial.

IV.2 Sistemas Inteligentes baseados em Personalidade para uso na Aprendizagem

IV.2.1 Extração da personalidade do Aluno

Para que um sistema possa se adaptar à afetividade do aluno, esse deve reconhecer além de suas emoções, também sua personalidade. Considerando que a personalidade direciona as emoções do usuário (Nunes e Cazella, 2011), são apresentadas nesta seção algumas técnicas para a extração de personalidade.

Considerando a abordagem de traços a melhor forma para representação de personalidade em computadores (Nunes, 2009), a técnica mais comum para extração da personalidade humana ainda são inventários de personalidade (Dunn et al., 2009). Infelizmente inventários de personalidade na maioria das vezes são extensos e intrusivos (Gosling et al., 2003), o que dificulta enormemente a extração intencional. Entretanto, pesquisadores têm proposto outras formas mais amigáveis, menos árduas e menos intrusivas de extração de personalidade, tais como por meio de: mineração de texto, padrão de digitação, *Personality stories* ou ainda via equipamentos em fases experimentais tais como *kinect*, entre outros citados no decorrer da seção. Abaixo é apresentada uma visão geral de algumas dessas técnicas.

IV. 2.1.1 Extração de Personalidade via inventário baseado em Traços

Existem diversos inventários de personalidade validados, como apresentado em (Nunes 2009; Nunes et al., 2010). Um inventário de personalidade bastante interessante é o NEO-IPIP (Johnson, 2000), desenvolvido em conjunto com o *International Personality Item Pool* (Goldberg et al., 2006), versão gratuita do famoso NEO-PI-R (Johnson 2005). O NEO-IPIP permite medir as cinco dimensões do Big Five incluindo mais seis facetas para cada dimensão (30 facetas no total), usando uma descrição detalhada dos traços de personalidade humana e por consequência propiciando uma grande precisão na representação da personalidade.

Segundo Gosling (2008) "deixamos pistas sobre nossa personalidade em tudo o que fazemos, em nossos objetos, onde vivemos". Sendo assim, através dos padrões de navegação de cada usuário, é possível adquirir características psicológicas, através de uma abordagem implícita e transparente ao usuário. Um pensamento natural é que esta seria a melhor forma de obtenção dos traços de personalidade dos usuários, uma vez que esta abordagem exige menor esforço cognitivo se comparado aos tradicionais inventários de personalidade. Porém, Dunn et al. (2009) negaram esta hipótese ao pesquisar três interfaces de obtenção de traços de personalidade, sendo duas delas explícitas e uma implícita. O resultado foi que a interface NEO (utilizada nos testes como NEO-PI-R e NEO-IPIP) obteve melhor *feedback*, tanto em termos de resultados apresentados quanto em termos de facilidade de uso. Dessa forma, o teste NEO-IPIP, citado acima, torna-se, então, uma opção interessante a ser utilizada como ferramenta de entrada de dados explícita para obtenção dos traços de personalidade dos usuários. Este teste possui um *feedback* positivo em mais de 99% dos casos (Johnson, 2005). Quando a extração da personalidade não for o tópico primário de interesse na pesquisa propõe-se a utilização de um inventário bastante resumido, intitulado TIPI (Gosling et al., 2003). O TIPI é composto por dez itens, também de domínio público e possui igualmente uma correlação forte com as escalas no NEO-PI-R (Gosling et al., 2003). No entanto, os autores alertam que o TIPI é um instrumento de mensuração bastante curto enfatizando que uma mensuração breve é mais frágil quanto a suas propriedades psicométricas.

Nunes e sua equipe (Nunes, 2012c) propuseram uma nova interface ao NEO-IPIP e TIPI, intitulada *Personality Inventory PV1.0 e Personality Mobile* (em desenvolvimento), oferecendo mais usabilidade ao ambiente proposto originalmente por Johnson (2000) e Gosling et al. (2003). As medições de personalidade extraídas no inventário seguem os padrões propostos por Johnson (2000) e Gosling et al. (2003). Note que o grande diferencial do *Personality Inventory* é que o software permitirá exportar os valores referentes à personalidade de cada usuário/aluno cadastrado. A exportação é realizada através de um padrão de arquivo pré-definido em PML (*PersonalityML,* ver seção IV.2.2). Desta forma, esses dados poderão ser usados em quaisquer sistemas computacionais (as ferramentas serão melhores descritas na seção V.3).

IV. 2.1.2 Extração de Personalidade através de outras técnicas

De acordo com Gosling (2008), a melhor forma de obtenção dos traços de personalidade dos usuários é através do uso de uma abordagem que não exija esforço cognitivo se comparado aos tradicionais inventários de personalidade, como o exemplo descrito acima. Lembre-se que traços medidos através de inventários de personalidade muitas vezes são, em parte, um conjunto de dados provenientes do auto-relato da própria opinião do usuários podendo desvirtuar da sua real personalidade. Porém, infelizmente, em computadores, ainda poucas técnicas de extração de traços de personalidade, que diferem dos tradicionais inventários, têm sido desenvolvidas e implementadas.

Segundo Brinkman e Fine (2008), constantemente pesquisadores tem se aventurado em novas pesquisas que tentam obter personalidade de uma forma menos intrusiva que os tradicionais inventários. Porto et al. (2011) colocam que têm-se realizado tentativas através da análise de gravações automáticas de dados da interação do usuário com o sistema, tais como a avaliação da escolha dos usuários para customização de algumas aplicações como *Windows Media Player, ICQPlus* e o *Winamp*, por exemplo. Nunes (2011; 2012; 2012d) afirma ainda, que nesse novo contexto, incluem-se as técnicas de Reconhecimento de Padrões, baseadas em cálculos probabilísticos visando reconhecer emoções, personalidade ou mudanças de comportamento através da observação de um usuário utilizando o determinado sistema em uso no computador, seja pelo clique do *mouse*, por teclagem, captura de imagem do usuário pela *webcam* ou, ainda, por sensores que capturam sinais vitais dos usuários (as principais referências são os trabalhos de (Chanel, 2009), (Hu and Pu, 2009), (Tkalčič, 2010) e (Khan et al., 2008). Nunes e Cazella (2011) e Nunes (2012) ainda afirmam que é possível identificar traços de personalidade a partir de definições de modelos e *frameworks* que utilizam recursos estatísticos para classificar determinado conjunto de dados, definido com conjunto de características, como pertencentes a um determinado traço de personalidade, associada a classes no reconhecimento de padrões. Autores como Mairesse et al. (2007), Hussain e Calvo (2009) e Pianesi et al. (2008) convergiram as suas técnicas e modelos à identificação de personalidade a partir de extratos de diálogos de diversas modalidades, tais como: comunicação textual assíncrona (*e-mails* e dialogo em sites de relacionamento), conversa falada (áudio presencial ou virtual), expressões faciais (videoconferência), sinais fisiológicos, dentre outros. Ainda Gill e Oberlander (2003) alegam a possibilidade de detecção de traços de personalidade em textos de comunicação assíncrona, mas explicitamente as mensagens de correio eletrônico através

de processos estatísticos. Abaixo, apresenta-se alguns trabalhos que envolvem extração de traços de personalidade.

Em Porto et al. (2011), a extração de traços de personalidade é realizada através do teclado, ou seja, obtendo-se informações de como o usuário digita determinado texto. Essa informação pode ser obtida através da latência entre teclas consecutivas (o tempo entre o apertar de uma tecla e da subseqüente). Tendo a informação de como um usuário digita, este pode ser comparado com um banco de dados que contem informações de outros usuários, informações estas que são o ritmo de digitação e a personalidade do usuário. Através de técnicas de agrupamento de dados (clustering), o usuário é isolado em um grupo que tem o mesmo padrão de digitação, e então os traços de sua personalidade são inferidos a partir dos usuários que fazem parte do mesmo grupo. Os testes realizados para essa abordagem tendem a confirmar que quando os usuários são agrupados levando em consideração o ritmo de digitação, alguns traços de personalidade são correlacionados. Usuários que são agrupados num mesmo cluster tendem a ter o mesmo valor para algumas facetas, e, portanto usuários que não se soubessem o valor das facetas, tendo sido agrupados em um cluster, poderiam ter seus valores inferidos pelos outros elementos do mesmo cluster.

Gill e Oberlander (2003) investigam o impacto da interação mediada por computador na percepção pessoal, em particular eles investigam as características importantes para a socialização e colaboração (Extroversão e Neuroticismo), determinando que tais características podem ser detectadas a partir do texto de um e-mail, por exemplo. Para a determinação de tais características linguísticas de personalidade extraídas via texto, um conjunto de análises e técnicas foram aplicadas usando a base LIWC (Linguistic Inquiry Word Count).

Por sua vez, Mairesse et al. (2007) propõem em seu trabalho uma modelagem para reconhecimento de personalidade em conversação, intitulado de *Personality Recognizer,* a partir de uso de modelos estatísticos não lineares para classificação baseada em traços de personalidade do Big Five. A abordagem pode ser resumida em cinco etapas: (*i*) Recolher os textos de cada indivíduo (*individual corpora*); (*ii*) Coletar informações de personalidade para cada participante; (*iii*) Extrair características relevantes a partir dos textos; (*iv*) Construir modelos estatísticos das avaliações de personalidade com base nas características; (*v*) Testar os modelos aprendidos nas saídas lingüísticas dos indivíduos. Os dados consistem em extratos de conversas diárias de 96 participantes, utilizando um gravador ativado eletronicamente durante o período de dois dias. Para preservar a privacidade dos participantes, *logs* aleatórios de conversa foram registrados, e somente as afirmações dos participantes foram transcritas, tornando-se impossível reconstruir conversas inteiras. O corpus contém 97.468 palavras e 15.269 declarações e o experimento foi realizado através das etapas seguinte: (*i*) Seleção de Recursos: Recursos são automaticamente extraídos de cada trecho e é calculada a proporção de palavras em cada categoria a partir da ferramenta LIWC (Linguistic Inquiry Word Count), correlacionado ao Big Five. Estas características psicológicas de personalidade foram computadas pela média de contagens das características psicológicas das palavras baseada em um banco de dados psicolinguístico MRC; (*ii*) Modelos Estatísticos: O treinamento dos modelos foi realizado utilizando o algoritmo RankBoost. Esse algoritmo classifica as palavras de acordo com cada característica do Big Five (expressando a aprendizagem dos modelos por meio de regras, que suportam a análise das diferenças nos modelos preditivos de personalidade, onde para cada extrato da

conversa, a regra pode modificar a pontuação e, consequentemente o ranking final da classificação). Os resultados obtidos são os aspectos que caracterizam a produção da linguagem: (1) Tipos de expressão, conteúdo e sintaxe (LIWC); (2) As estatísticas psicolinguísticas (MRC); (3) Prosódia. Para avaliar como cada conjunto de recursos contribuiu para o resultado final, foram treinados os modelos. Os mesmos mostraram que as características de personalidade relacionadas a extroversão, afabilidade, consciência e abertura ao novo foram preditos com sucesso quando não baseados em uma base aleatória de dados. O Neuroticismo é o traço mais difícil de modelar mas é melhor predito por características psicolinguísticas (mais informações em Mairesse et al. (2007)).

Note que outras técnicas tais como *Personality stories* (Dennis et al., 2012), ou ainda via *kinect* (Porto et al., 2011), estão em fase inicial de pesquisa.

IV.2.2 Modelagem da personalidade do Aluno

Como descrito na seção III.3, o usuário/aluno é dotado de uma identidade. É por meio dessa identidade que o mesmo se expressa em um ambiente (explícita ou implicitamente), sendo ele educacional ou não. Um dos fatores que compõem a identidade é a personalidade do usuário/aluno. E é essa a mesma característica que direciona a emoção do usuário/aluno. Nessa seção é apresentado como modelar a personalidade do usuário/aluno já extraída via ferramentas apresentadas na seção anterior. Tecnicamente, em Ciência da Computação, a tecnologia usada para formalizar a identidade do usuário/aluno em um dado ambiente computacional é pelo uso de perfil/modelo do usuário/aluno (intitulado também, na seção III.3, de identidade Interna) (sobre Reputação do usuário *(*identidade Social) ver em (Nunes e Cazella, 2011)).

Donath (1999) afirma que para a formação eficiente de uma identidade virtual é crucial que o usuário/aluno tenha definida sua identidade interna. No mundo virtual a identidade interna do usuário/aluno é definida por ele próprio similar ao mundo real (algumas vezes também é descoberta através de técnicas de *Machine Learning*, por exemplo). A identidade Interna é geralmente armazenada no perfil/modelo do usuário/aluno. Perfis de usuários são conceitos aproximados, eles refletem o interesse do usuário com relação a vários assuntos em um momento particular. Cada termo que um perfil de usuário expressa é, num certo grau, características de um usuário particular (Poo et al., 2003), incluindo todas informações diretamente solicitadas a ele e aprendidas implicitamente durante sua interação na *web* (Carreira et al*.,* 2004). Fisicamente, o perfil do usuário pode ser visto como uma base de dados onde a informação sobre o usuário, incluindo seus interesses e preferências, é armazenada e pode ser dinamicamente mantida (Rousseau et al*.,* 2004), (Poo et al*.,* 2003).

Na *web* encontram-se muitos tipos de perfis de usuário com diferentes graus de complexidade. Eles são desenvolvidos no contexto de *e-commerce*, *e-services e e-learning*, por exemplo. Kobsa (2007) cria uma *Modelagem Genérica de Usuário* para ser usada como um *shell* para a criação de categorias de informação sobre o usuário objetivando personalizar as aplicações *web*. O modelo proposto por Kobsa é um dos mais reputados. Paiva e Self (1995) também desenvolveram um *Shell* de *Modelo de Aluno* chamado TAGUS, criado para melhor modelar os alunos para atividades de aprendizado. Outros Modelos de Aluno foram propostos por Self (1974), Boulay (2003) e são historicamente referenciados.

Considerando ainda definições de modelo/perfil de usuário, Heckmann (2005), (Heckmann e Kruguer, 2003) propôs uma Ontologia de um *Modelo Geral de Usuário (GUMO). O GUMO* é a ontologia mais completa existente hoje, abrange desde as informações mais básicas do usuário, como dados demográficos e informações de contato, incluindo características fisiológicas e características psicológicas, tais como emoção e personalidade (Figura 2.a). Essa ontologia foi criada inicialmente para ser utilizada em computação ubíqua, servindo para armazenar e compartilhar os dados do usuário provenientes de diferentes recursos tecnológicos interligados entre si. A ontologia de Heckmann é extremamente detalhada e pode ser implementada de acordo com o interesse do projetista de um *shell* de perfil de usuário. Na Figura 2.a apresenta-se as dimensões básicas propostas por Heckmann no *GUMO*.

(a) **(b)** **(c)**

Figura 2. (a) Dimensões básicas do usuário segundo modelo GUMO. (b) e (c) Personalidade e características representadas no modelo GUMO. Fonte: (Heckmann, 2005)

Note que na Figura 2 (b e c) Heckmann representa a dimensão "Personalidade" de um usuário, sob ótica da ontologia *GUMO*. Apesar de existirem diversas teorias de personalidade, Heckmann optou por utilizar algumas delas, como, por exemplo, a teoria de abordagem de tipos de Jung, a abordagem de traços de Allport, a abordagem de Eysenck, entre outras. Heckmann (2005) também propõe o uso das características propostas pela teoria Interpessoal. Porém, conforme apresentado na seção III, outras abordagens poderiam ter sido incorporadas. Uma preocupação não latente na literatura

foi a busca da padronização desses aspectos psico-afetivos. Na próxima seção aborda-se essa questão.

IV.2.2.1 Padronização na representação psico-afetiva

Considerando a grande gama despadronizada de representação psico-afetiva, alguns pesquisadores pertencentes ao W3C[3] têm ampliado esforços para definição de uma padronização formal da afetividade através de linguagens de marcação, como, por exemplo: *Extensible MultiModal Annotation markup language* – EMMA[4], *Emotion Markup Language – EmotionML*[5]. A *EmotionML* (*Emotion Markup Language*) versão 1.0 foi apresentada pelo W3C *Emotion Incubator Group* em outubro de 2009. Concebida como uma extensão da linguagem de marcação XML, em uma primeira tentativa da comunidade científica para padronizar a representação de emoções. A *EmotionML* é uma linguagem dinâmica, ainda que muito jovem e com uma representação ainda bastante genérica. Apesar de flexível, a *EmotionML* não leva em consideração outros aspectos que afetam significativamente a completa identificação de uma emoção, como, por exemplo, a Personalidade.

Note que apesar da existência de alguns avanços significativos quanto à Personalidade, como descrito anteriormente, são relativamente poucos e incipientes os trabalhos que lidam computacionalmente com este aspecto psico-afetivo, e menos ainda aqueles que lidam com seu reconhecimento automático ou mesmo representação computacional (Nunes, 2012). Como visto ao longo desse capítulo, pesquisadores em Computação Afetiva têm implementado as emoções explicitamente, mas de forma despadronizada antes do surgimento o da *EmotionML*. A representação computacional da emoção, ao invés de outros aspectos psico-afetivos se tornou possível devido às emoções serem mais facilmente mensuráveis e interpretáveis e poder efetivamente influenciar diretamente na ação-interação dos usuários. As emoções são instantâneas, elas têm uma vida curta, volátil e mudam constantemente, diferentemente da personalidade que é um estado muito mais estável e, normalmente, mantido durante um período de 45 anos. Apesar disso, com base nas pesquisas é possível dizer que a personalidade implica em emoções (Lisetti 2002); cada pessoa ou agente ou aluno que tem emoções tem uma personalidade; e, geralmente, a personalidade não aparece explicitamente mesmo que influencie as emoções diretamente. Lisetti (2002) descreve um modelo complexo para representar aspectos psicológicos em agentes inteligentes (virtual/real) que interagem socialmente, denominado *Affective Knowledge Representation* (AKR - Representação do Conhecimento Afetivo).

No AKR apresenta-se a Personalidade como o topo do modelo hierárquico dos aspectos psicológicos, denotando assim seu maior poder. Dessa forma, considerando que a personalidade é mais abrangente e implica na emoção, Nunes et al. (2010b) propôs uma extensão à representação padronizada de emoção incorporando uma nova proposta intitulada de *PersonalityML*, que é também baseada em XML. Essa extensão objetiva representar a complexidade afetiva onde a personalidade é o ponto chave da cadeia e, que sua representação está limitada pela atual versão da *EmotionML*. O lançamento da primeira versão da *PersonalityML* (Nunes et al., 2010b), (Nunes et al., 2012b); (Nunes e

[3] www.w3c.org

[4] http://www.w3.org/TR/emma/

[5] http://www.w3.org/TR/emotionml/

Hu, 2012d) é modular o suficiente para a incorporação automática de novas teorias e abordagens existentes hoje[6].

IV.2.3 Usando a personalidade do aluno na tomada de decisão computacional para ambientes de aprendizagem

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). 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 (Loyall 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 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). 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. Note que a intenção do tutor virtual é basicamente tentar imitar o tutor humano levando toda a complexidade da tomada de decisão humana para o ambiente de aprendizagem virtual. Porém existem sistemas onde o tutor é real, sendo o mesmo virtualizado pelo meio transmissor do conteúdo instrucional, como exemplos os casos de EaD. Nesses casos, é, também, imprescindível que o sistema educacional seja capaz de conhecer as características psico-afetivas tanto do tutor (real) como do aluno.

Nas seções anteriores, foi bastante discutido instrumentos e técnicas específicas para inferir a personalidade. Após inferir a personalidade do aluno ou do tutor, o sistema computacional pode usar estratégias de tomada de decisão que o permitam fomentar o tutor virtual/real a interagir com o aluno de uma forma individualizada e adequada à personalidade desse aluno (em compatibilidade com a personalidade do tutor). O tutor deve proporcionar um ambiente de aprendizagem propício àquele tipo de personalidade do aluno, apresentando o material instrucional na forma adequada, usando, por exemplo, variações na apresentação do texto (sequencial, multimídia, hipertexto, histórias, etc), criando um circulo virtuoso de interação com seu par (aluno) no processo de ensino-aprendizagem. Ao objetivar-se a criação de pares de aluno-tutor ou grupos/equipes aluno-tutor-aluno ou aluno-aluno acredita-se ser de fundamental importância que um sistema utilize uma metáfora da tomada de decisão humana e que

---

[6] Na seção V.3 apresenta-se um exemplo da PML. Para mais informações consultar http://www.personalityresearch.com.br/pp/index.php/en/products/softwares/personality/personalityml.html.

possibilite o uso de personalidade de forma implícita usando estratégias de formação de grupos via sistemas de recomendação. A implementação de um sistema formador de grupos, tanto na forma tutor-aluno quanto aluno-aluno, baseado em aspectos psico-afetivos, é de grande relevância para o aumento da qualidade da EaD, por exemplo (a migração desses ambientes para dispositivos móveis também apresentam uma tendência interessante, já que muitas escolas já adotam o uso de "*tablets"* em seu dia a dia).

IV.2.3.1 Formação de grupos

Note que para Bartle (2010): "a principal razão para a formação de um grupo é a interação física baseada em uma necessidade ou em um problema comum. Quanto mais indivíduos compartilharem suas atividades, mais eles interagem entre si e mais alta será a probabilidade de eles virem a formar um grupo". Já conforme Shaw (1976) a composição do grupo pode influenciar em seu desempenho contemplando, assim, duas dimensões significativas para a composição do mesmo: homogeneidade /heterogeneidade de competências e homogeneidade/heterogeneidade de traços sócio-emocionais e de personalidade. Existem, também, indícios de que a teoria de atração interpessoal pode predizer a maneira como personalidades humanas interagem entre si.

Nass et al. (1995) têm demonstrado um extenso estudo na literatura psicológica que indica forte relacionamento entre similaridade/homogeneidade e atração, isto significa que pessoas preferem interagir com outros (estranhos ou não) que tenham personalidade similar/homogênea a si (Nass e Lee, 2000), (Reeves e Nass, 1996). Grupos que são mais homogêneos em termos sócio-emocionais e de personalidade despendem menos tempo em interações sócio-emocionais necessárias para manter a coesão do grupo e, portanto, concentram-se mais nas interações que são relevantes para a resolução de tarefas. Por outro lado, grupos incompatíveis em termos de características sociais e emocionais têm mais problemas para atingir a resolução de tarefas e despendem muito mais tempo com problemas sócio-emocionais. Além de que, membros em grupos compatíveis são, na maioria dos casos, mais satisfeitos com as interações do grupo. De acordo com Moerk (1972), "um grupo é formado por indivíduos com uma ampla variedade de experiências e expectativas prévias, que freqüentemente se apresentam como traços de personalidade, e que influenciam o comportamento dos indivíduos no grupo". Como descrito anteriormente, o ingresso de um indivíduo em um determinado grupo, bem como sua permanência neste, são decisões tomadas pelos sujeitos e sobre as quais as características psicológicas dos envolvidos possuem grande peso.

Nos últimos anos, pesquisadores como Damasio (1994), entre outros, vêm percebendo o quão fundamental as características psicológicas são no processo de tomada de decisão humana e por isso vêm ampliando as tentativas de aliá-las também ao processo de tomada de decisão computacional, como discutido anteriormente. Note que cientistas da ciência da computação começaram a considerar o uso de personalidades (e outros aspectos sócio-emocionais) em computadores para, entre outros objetivos, seja possível a criação de dinâmicas de grupo mais poderosas e eficientes que possam ser usadas das mais diferentes formas, desde recomendação de pessoas em redes sociais, em cursos EaD, até a criação de agentes virtuais mais credíveis (Prada et al*.,* 2010), (Prada et al*.,* 2009), (Nunes et al*.,* 2010). Atualmente existem alguns estudos que demonstram como a

utilização de Sistemas de Recomendação[7]/Combinação Social para a formação de grupos de trabalho pode auxiliar no processo do e-learning. Em (Romero et al., 2009), o banco de dados de alunos de e-learning é utilizado como base para a construção de um sistema de descoberta de grupos, baseados em algoritmos de lógica difusa. Na seção V.3 descreve-se brevemente uma ferramenta que permite a formação de grupos baseado em similaridade de personalidade e outro baseado em complementariedade de traços de personalidade. Está em desenvolvimento também uma versão para dispositivos móveis que permite importar o PML dos membros do grupo (mais informações em (Nunes et al., 2010) e (Nunes, 2012c)).

Para fomentar a criação de sistemas formadores de grupos, primeiramente necessita-se estudos mais aproprofundados sobre como formar grupos/equipes que considerem os objetivos dos mesmos. Aqui apresentou-se uma breve visão geral ao considerar essa área bastante profunda e, infelizmente, pouco explorada nos campos de Informática na Educação, Computação Afetiva e Ciência da Computação. Uma área que tem se aprofundado bastante nessas questões é a área ligada a Administração e Recursos Humanos em empresas.

V. Estudos de Caso

Nesse texto serão apresentados dois ambientes reais, desenvolvidos pelos grupos de pesquisa das autoras, que ilustram as duas principais capacidades dos sistemas de computação afetiva: (*i*) reconhecer estados afetivos e (*ii*) expressar emoções. Primeiramente, é apresentado o framework DivaLite para implementação de agentes animados. Na Seção V.2, é ilustrado como um ambiente de aprendizagem pode **expressar emoções** através do exemplo do agente pedagógico animado Pat, que foi implementado com o DivaLite e está sendo integrado ao STI PAT2Math[8]. Pat expressa emoções a fim de promover a motivação intrínseca e encorajar o aluno a realizar mais esforços nas suas atividades. Para ilustração de como a **personalidade pode ser detectada e empregada** em ambientes educacionais, será apresentada a ferramenta intitulada *Personality Inventory*. O *Personality Inventory*[9] é uma ferramenta para extração da personalidade que usa a abordagem de traços, considerada como a abordagem computacionalmente mais difundida. Será também brevemente apresentado o *Group Recommender*, sistema usado para criar grupos de alunos-tutores ou alunos-alunos, considerando similaridades e complementariedades em seus traços de personalidade.

Na próxima seção, será visto como criar e fazer movimentar e falar o personagem animado com o DivaLite.

---

[7] Sistemas de Recomendação (SR) surgiram a partir da década de 90 como aplicações que forneciam sugestões personalizadas aos usuários sobre produtos e serviços que eles poderiam se interessar, diminuindo consideravelmente a sobrecarga de ofertas (Resnick, 1997). Em 2005, Terveen e McDonald redefiniram esses sistemas quando os memsos recomendavam pessoas a pessoas, ao invés dos tradicionais itens a pessoas.

[8] http://www.projeto.unisinos.br/pat2math/.

[9] http://www.personalityresearch.com.br

V. 1 O ToolKit DivaLite

O DivaLite (2012) teve sua arquitetura concebida pelo pesquisador francês Jean-Paul Sansonnet et al. (2012), tendo seu *toolkit* implementado pelo Daniel Correa, sob orientação de trabalho de conclusão de graduação da pesquisadora Patrícia Jaques. Esse toolkit é um dos resultados do projeto de cooperação, intitulado ACAI[10], entre Brasil e França, contemplado em um edital STIC-AMSUD nos anos de 2011-2012. O DivaLite é um pacote de software que permite ao desenvolvedor, de maneira fácil, inserir personagens animados na interface de suas aplicações ou páginas web. Esses agentes podem se mover na tela do usuário, realizar animações pré-definidas e ainda "falar" através de balões de texto.

As maiores vantagens do DivaLite são a facilidade de implementação, assim como a qualidade nas animações dos personagens. Além disso, essa tecnologia é *freeware* e *open-source*, podendo ser utilizada e estendida (através de licença GPL[11]). Ele pode ser executado nas seguintes versões de navegadores web, ou seus superiores: Firefox 5.0, Internet Explorer 8.0, Chrome, Safari. Ele foi desenvolvido em JavaScript[12], utilizando a biblioteca Jquery[13].

Os agentes DivaLite podem ser inseridos em aplicações ou páginas web, desde que estas executem em um navegador web. Nesses casos, o código que gerencia o comportamento do agente deve estar implementado em JavaScript, seja dentro de páginas HTML ou em arquivos JavaScript, uma vez que o próprio *toolkit* foi implementado em JavaScript,

Nesta seção será explicado como inserir esses agentes em páginas web com código JavaScript. Para que o agente funcione corretamente, é necessário que as bibliotecas do DivaLite estejam disponibilizadas no mesmo endereço web que a aplicação ou em um outro endereço web qualquer.

Os personagens disponíveis

Nessa seção será explicado como definir um personagem animado que representará o agente no DivaLite. Os agentes e seus comportamentos são montados a partir de animações de arquivos de figuras no formato *png,* organizados em pastas. Primeiramente, existe o diretório principal do repositório (representado na Figura 3 pelo diretório "Images Respository"). Um nível abaixo existem os diretórios de cada um dos tipos de personagem (representado na Figura 2 pelo diretório "Character Directory"). Dentro de cada pasta dos personagens, há um diretório para cada tipo de resolução das imagens (representado na Figura 2 pelo diretório "Resolution Directory"). Dentro desses, há uma pasta para cada um dos movimentos implementados (representado na Figura 2 pelo diretório "Movement Directory"), e dentro de cada um desses diretórios,

[10] http://www.projeto.unisinos.br/acai/

[11] GNU GPL v3. General Public License (Licença Pública Geral), é a designação da licença para software livre idealizada por Richard Matthew Stallman em 1989, no âmbito do projeto GNU da Free Software Foundation (FSF). A GPL é a licença com maior utilização por parte de projetos de software livre, em grande parte devido à sua adoção para o projeto GNU e o sistema operacional GNU/Linux. (http://www.gnu.org/licenses/quick-guide-gplv3.html, 2011).

[12] Linguagem de programação criada pela Netscape em 1995. Usada principalmente para a programação de páginas web. Maiores informações em http://pt.wikipedia.org/wiki/JavaScript e em "Learning JavaScript by Shelley Powers. O'Reilly, 2006".

[13] Query é uma biblioteca JavaScript cross-browser desenvolvida para simplificar os scripts client side que interagem com o HTML. Ela foi lançada em janeiro de 2006 no BarCamp de Nova York por John Resig. Usada por cerca de 41% dos 10 mil sites mais visitados do mundo, jQuery é a mais popular das bibliotecas JavaScript.

ficam as imagens que representam os movimentos (arquivos *png*). Para criar um agente, tudo que o desenvolvedor precisa fazer é criar figuras para animação dos comportamentos do agente e organizá-las conforme a estrutura exemplificada na Figura 3. Essas figuras são geralmente desenhadas por um designer ou profissional em *cartoon*.

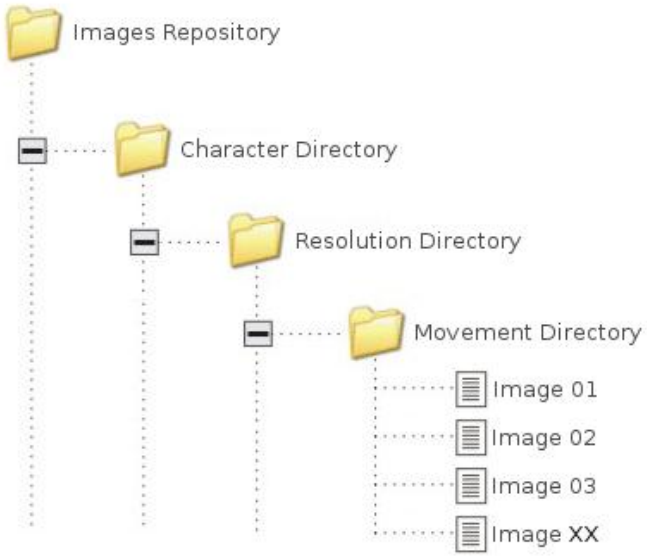

Figura 3. Estrutura do repositório de imagens do DivaLite

O DivaLite disponibiliza um personagem no toolkit que pode ser usado gratuitamente na aplicação. Ele é chamado de Cyril e sua aparência pode ser visualizada na Figura 4.

A escolha do personagem vai depender da aplicação que está sendo desenvolvida e do seu público-alvo. Caso se esteja criando um software educacional voltado a adolescentes, é mais interessante que os personagens sejam mais informais. Crianças, geralmente, gostam de bichinhos e se sentem confortáveis com uma jovem professora que lhes pareça compreensível e carinhosa. Porém, como essa pode ser uma escolha muito pessoal, a opção mais flexível é permitir que o usuário escolha o personagem que ele ache mais atraente dentre várias opções apresentadas pelo sistema.

Testando o agente

Agora que foi explicado como escolher ou criar um personagem para a aplicação, a aparência deles e o seu repertório de comportamentos pode ser testada com a página de teste do DivaLite. Para tanto, basta abrir o arquivo disponível no link (Correa, 2012) em qualquer navegador web, conforme Figura 4.

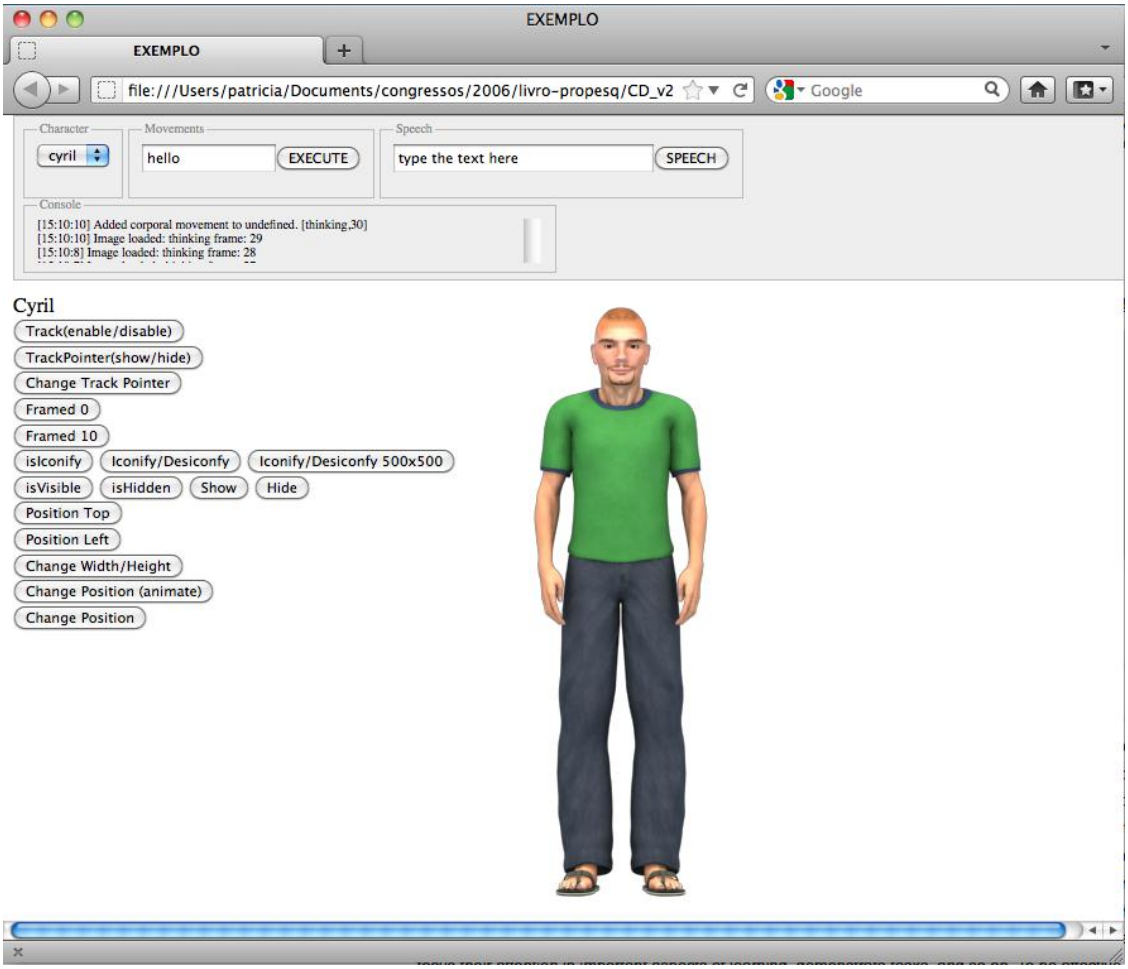

Figura 4. Visualizando o Personagem Cyril. Fonte: (Correa, 2012).

A página HTML "daniel.html" carrega automaticamente o toolkit DivaLite e o personagem Cyril de uma página web pública. Na barra cinza, no topo da página, há opções para selecionar um personagem, executar movimentos do agente, e inserir uma fala a ser mostrada em caixa de diálogo pelo agente. Como explicado anteriormente, o *toolkit* vem apenas com o Cyril e esse será o único personagem disponível. À esquerda da página, podem ser visualizados botões que permitem realizar várias ações no agente, tais como mudar sua posição na tela (botão *changePosition*) e esconder (*hide*) ou mostrar o personagem (*show*). Para o agente falar, deve ser digitada a fala na caixa de texto correspondente e selecionado o botão "*Speech*". O DivaLite, em sua versão atual, não possui um sintetizador de voz, assim as falas do agente podem apenas ser representadas por balões de diálogo, não havendo voz. E, por último, para visualizar as animações que o agente é capaz de fazer, deve se inserir o nome do movimento (deve ser utilizado o nome exato do comportamento) na caixa de texto "Movements" e selecionar o botão "*Execute*". Por exemplo, como mostrado na Figura 4, uma das animações disponíveis para o agente é "hello", que mostra o agente realizando um comportamento de saudação. Na Figura 5 podem ser visualizados os nomes dos outros comportamentos disponíveis para o personagem Cyril do DivaLite.

angry	ironic	showsiderightup
applause	laugh	shutup
armsbehind	sad	sorry
armsfolded	scratchhead	stand1_
beg	scratchnose	stand2_
bored	seduce	stand3_
bravo	showfrontfacedown	standspeak1_
bye	showfrontfacemiddle	standspeak2_
canthear	showfrontfaceup	standspeak3_
cold	showfrontleftdown	standspeakleft1_
danger	showfrontleftmiddle	standspeakleft2_
disgust	showfrontleftup	standspeakleft3_
dontdoit	showfrontrightdown	standspeakright1_
embarrassed	showfrontrightmiddle	standspeakright2_
facehide	showfrontrightup	standspeakright3_
fear	showsideleftboth	static
forbid	showsideleftdown	surprised
happy	showsideleftmiddle	thinking
headno	showsideleftup	threat
headyes	showsiderightboth	track
hello	showsiderightdown	warning
hot	showsiderightmiddle	

Figura 5. Movimentos disponíveis para o personagem Cyril do DivaLite

Determinando os comportamentos do seu agente

Na seção anterior foi explicado como testar o personagem Cyril e seus comportamentos. Nesta serão será demonstrado como implementar, com código JavaScript, uma página HTML em que se possa determinar que comportamentos o agente apresentará e o que ele falará.

Para utilizar o framework, é preciso efetuar as seguintes importações na página HTML:

```
<link href="
http://www.projeto.unisinos.br/acai/DivaLite/divakit/divajquery/jquery-ui.css"
rel="stylesheet" type="text/css"/>
<script type="text/javascript"
src="http://www.projeto.unisinos.br/acai/DivaLite/divakit/divajquery/jquery-
1.5.2.js"/>
<script type="text/javascript" src="http://www.projeto.unisinos.br/acai/
DivaLite/divakit/divajquery/jquery-ui.min.js"/>
<script type="text/javascript"
src="http://www.projeto.unisinos.br/acai/DivaLite/divakit/divalite.js"/>
```

Nas linhas de código em JavaScript acima são importados vários arquivos da biblioteca do DivaLite. Para que essa importação funcione corretamente, esses arquivos devem estar disponíveis em *http://www.projeto.unisinos.br/acai/*, para o exemplo acima. O framework pode igualmente ser baixado do site do DivaLite (2012) e disponibilizado em qualquer outro endereço web.

O arquivo JavaScript importado “divalite.js” efetua dinamicamente a carga dos demais arquivos do Framework. Após finalizar essa carga, ele invoca o método *initDivaLite()* da página HTML. É nesse método que o usuário deve implementar o código de criação do seu agente.

A seguir é descrito um código de uma página HTML bem simples para criação de um agente com a configuração padrão. Na configuração padrão o agente é inicializado com a resolução de tamanho de 500 x 500 pixels na posição 0x0 (canto superior esquerdo) da

página, com uma borda de 1 pixel contornando o container principal. Essa borda é utilizada para facilitar a visualização do espaço ocupado pelo agente. Na configuração padrão o agente é inicializado sem nenhum movimento corporal definido. Além disso, nenhum movimento é pré-carregado, sendo estes buscados apenas quando forem utilizados. Todo o código relacionado ao DivaLite deve estar entre tags Javacript em uma página HTML.

```
<script type="text/javascript">
          function initDivaLite() {
          var meuAgente = new DIVA_character();
          meuAgente.create();

          }
</script>
```

No código acima, o agente é criado mas não é solicitado que ele faça uma movimentação qualquer. Os movimentos do agente estão divididos em duas categorias.

CorporalMovements: são os movimentos corporais, executados quando o agente está ocioso, aguardando uma ação do usuário. A execução desse movimento é determinada pelo DivaLite, de acordo com configurações fixadas pelo desenvolvedor. Por exemplo, o programador pode determinar uma propriedade entre as animações dos movimentos corporais.

ActionMovements: são os movimentos que representam uma ação do agente como, por exemplo, bater palmas. O momento de execução desses movimentos é determinado pelo programador.

Os movimentos mais utilizados pelo agente devem ser pré-carregados antes de inicializá-lo para que possam ser exibidos sem tempo de espera devido ao carregamento. Para efetuar essa pré-carga, deve-se utilizar a configuração ***preLoadMovements*** na criação do agente.

A seguir será apresentado um exemplo de criação de agente com movimentos corporais e pré-carga de movimentos. Como pode ser observado neste código, essas configurações também devem ser realizadas no método initDivaLite().

```
1. <script type="text/javascript">
2.   function initDivaLite() {
3.         var conf = {
4.           charname:'cyril'
5.           framed: 0,
6.           posx: 300,
7.           posy: 60,
8.           containerWidth: 350,
9.           showControls: true,
10.          showSpeed: true,
11.          corporalMovements: [ {action: 'thinking', priority:30}, {action:
'stand1_', priority:70} ],
12.          preLoadMovements: [ {action:'hello', background: true},
{action:'applause', background:true} ],
13.       };
14.       var meuAgente = new DIVA_character(conf);
15.       meuAgente.create();
16.  }
17. </script>
```

As configurações, definidas da linha 3 a 13 do código acima, são atribuídas à variável *conf* (linha 3) que é passada ao método construtor *DIVA_character()*. Na linha 4 é definido o nome do personagem (cyril). Na linha 5, é definida que a borda que contorna o agente terá 0 pixel (ou seja, não será visualizada). Na linha 6 e 7 são atribuídas as posições iniciais em que o agente deve aparecer na tela. Na linha 8, está se determinando o tamanho do *container* onde o agente está localizado (se ele for menor que o tamanho do personagem, o restante da imagem não será apresentado). Nas linhas 9 e 10, os controles do personagem (menu flutuante que aparece ao lado do personagem e permite redimensiona-lo) são configurados para serem visualizados. Na linha 11, são definidos os movimentos corporais e uma prioridade para cada um. Movimentos com maior prioridade serão automaticamente exibidos com maior frequência. Os movimentos são pré-carregados através da instrução da linha 12. A propriedade *action* define o nome do movimento e a variável *background* define se esse movimento será carregado em segundo plano (*background*=true) ou se será carregado apresentando uma barra de *loading* (*background*=true). Finalmente, como explicado anteriormente, nas linhas 14 e 15, o agente é criado.

Para se executar um movimento corporal, o seguinte código deve ser implementado:

```
<script type="text/javascript">
     meuAgente.movementFactory.doMovement('applause');
</script>
```

O nome do movimento corporal deve ser passado ao método *doMovement()*. Esse deve ser um dos movimentos já implementados para o agente.

Para o agente apresentar uma fala, o seguinte código JavaScript deve ser inserido no programa:

```
<script type="text/javascript">
     meuAgente.doSpeech('Hello World!');
</script>
```

No código acima, o texto ‘Hello World!’ pode ser substituído por qualquer outra mensagem que se deseja exibir (sempre entre aspas simples).

É importante salientar que se esses trechos de código forem inseridos em uma página HTML estática, o agente terá um comportamento determinístico, ou seja, ele apresentará uma sequencia de comportamentos pré-determinados quando a página for carregada ou quando o usuário clicar em um botão. Para que esse agente tenha um comportamento mais dinâmico, os códigos JavaScript que determinam o comportamento do agente a ser exibido, devem ser gerados dinamicamente por um módulo inteligente dentro de uma aplicação. Geralmente, a escolha do comportamento a ser exibido pelo agente deve ser definido de acordo com estratégias pedagógicas e informações do modelo de aluno. Por exemplo, PAT, o agente pedagógico animado, resultado da tese de doutorado de Patrícia Jaques (Jaques, 2008, Jaques et al., 2008, 2009, 2011; Jaques e Vicari, 2007), gerava comportamentos com o objetivo de motivar o aluno e aumentar sua motivação intrínseca e auto-eficácia de acordo com as emoções do aluno inferidas.

Para informações sobre outras soluções independentes de plataforma, como a proposta neste capítulo, o grupo de pesquisa da Profa. Patrícia Jaques desenvolveu em Java, um animador para apresentações de comportamentos de personagens animados. Explicações adicionais podem ser encontradas em (Motola et al., 2009).

V. 2 PAT: um agente pedagógico animado afetivo

Jaques e Viccari (Jaques, 2008, Jaques et al., 2008, 2009, 2011; Jaques e Vicari, 2005a, 2007) propõem 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, PAT 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. Como um caso de estudo, Pat foi integrada ao ambiente inteligente de aprendizagem JADE (Jaques et al., 2008, 2009). Atualmente, o agente PAT está sendo integrado ao STI de álgebra PAT2Math (http://www.projeto.unisinos.br/pat2math/).

Arquitetura de PAT

A Figura 6 mostra a arquitetura de PAT. A arquitetura do agente é dividida em 2 partes: o módulo Corpo e o módulo Mente.

O Corpo do agente é responsável por capturar as ações do aluno na interface do sistema, realizar a comunicação com os outros agentes e mostrar os comportamentos animados e mensagens escolhidas pelo módulo Mente.

O módulo Mente é responsável por reconhecer os estados afetivos do aluno a partir de seu comportamento observável e escolher as táticas pedagógicas afetivas de acordo com o modelo afetivo do aluno.

Durante todo o tempo, PAT observa o aluno a fim de capturar dados que serão usados para inferir os estados afetivos do aluno. Estes dados são capturados por sensores que compõem o módulo de Percepção. Alguns exemplos de sensores são: ferramentas para observar respiração e ritmo cardíaco. Pat infere as emoções do aluno a partir de seu comportamento observável se baseando no modelo OCC; assim o sensor consiste em um software responsável por observar as ações do aluno na interface do sistema.

As ações do aluno capturadas pelo módulo de Percepção são enviadas ao módulo Mente de PAT. A Mente do agente é implementada como um kernel BDI que reconhece as emoções do aluno e atualiza o modelo afetivo, e também escolhe as táticas afetivas a serem aplicadas.

Primeiramente, quando a Mente recebe o comportamento observável do aluno, ela armazena a informação na Memória de Ações do Aluno e inicia o processo de reconhecimento das emoções. Algumas vezes, uma emoção é reconhecida através de algum padrão que é formado por um conjunto sequencial de ações. Desta maneira, é necessário que ações passadas sejam armazenadas no sistema na Memória de Ações Passadas para futura recuperação.

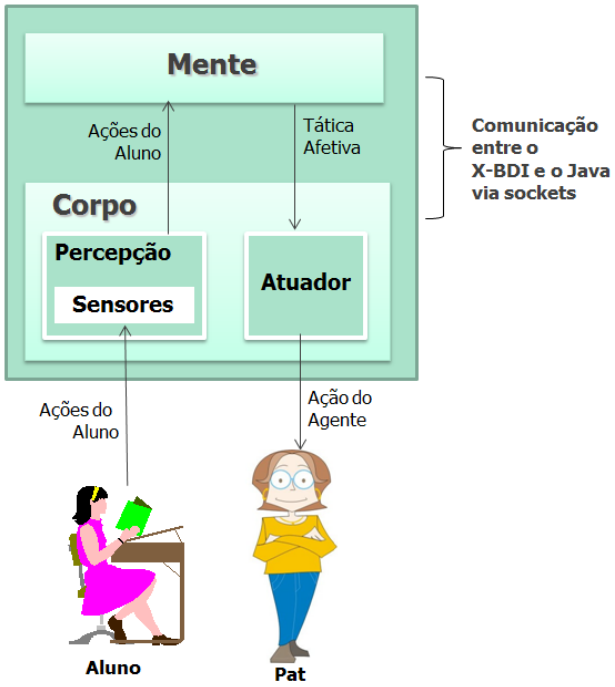

Figura 6. Arquitetura de PAT. Fonte: (Jaques e Vicari, 2005a)

O processo de reconhecimento de emoção verifica se ele pode inferir um estado afetivo a partir da informação recebida (com ou sem ações passadas). As informações recebidas são analisadas de acordo com os objetivos do aluno seguindo o modelo OCC. Se alguma emoção é detectada, ela é mantida no modelo afetivo e se inicia o processo de escolha das táticas afetivas. A tática é enviada ao componente Ação.

Se a tática afetiva do aluno é a apresentação de um comportamento emocional (por exemplo, congratular o aluno pelo sucesso no exercício), o Módulo de Seleção de Comportamentos e Falas procura na base de dados o comportamento a ser apresentado de acordo com a tática escolhida.

Exemplo de Interação

Para melhor entender o processo de seleção da tática e escolha dos comportamentos que a compõem, nesta seção é apresentado um cenário ilustrativo.

Os alunos podem ter objetivos orientados ao desempenho ou a aprendizagem, também chamado de motivação intrínseca ou extrínseca (Dweck, 1999; Ames, 1990). PAT usa essa informação motivacional sobre o aluno e as emoções inferidas para decidir que táticas afetivas aplicar em uma determinada situação.

Como exemplo, considera-se o caso que um aluno orientado ao desempenho se sente desapontado por não ter realizado corretamente um exercício de avaliação. Os alunos orientados ao desempenho, geralmente, sentem que não são capazes de realizar uma atividade quando falham. Eles também não costumam se esforçar muito quando encontram dificuldades, pois, para eles, isso representa falta de capacidade. Nesta situação, o agente apresenta uma mensagem para aumentar as crenças do aluno sobre a sua auto-eficácia e lembra o estudante que ele é capaz de realizar a tarefa se ele se esforçar mais. A ideia é mostrar ao aluno orientado ao desempenho que quando ele não

tem sucesso em uma atividade, isso não significa falta de capacidade, mas que ela pode obter melhores resultados com mais esforço.

Figura 7. Exemplos de comportamentos para a tática "Elevar a auto-eficácia do aluno". Fonte: (Jaques e Vicari, 2005a)

Para esta situação, a Mente de PAT seleciona as seguintes táticas. Cada tática é composta por um Comportamento Verbal (CV) ou um Comportamento Físico (CF).

1) Elevar-auto-eficácia (CV: Elevar-auto-eficácia; CF: Encorajamento);

2) Elevar-esforço (CV: Elevar-esforço; CF: Fala);

3) Oferecer-ajuda (CV: Oferecer-ajuda; CF: Fala).

A primeira tática, Elevar-auto-eficácia, tem por objetivo promover no aluno crenças mais positivas sobre as suas capacidades. Para esta tática, o agente escolhe um comportamento físico (CF) e um comportamento verbal (CV). No exemplo acima, para a tática elevar a auto-eficácia do aluno, o agente escolhe aleatoriamente um CV do tipo "Elevar-auto-eficácia" e um comportamento verbal do tipo "Encorajamento". Para cada tipo, há mais de uma ação possível (animação) para o agente ser credível (parecer mais "real" ao usuário).

A Figura 7 mostra dois exemplos diferentes de comportamentos físicos e verbais que podem ser escolhidos para a tática "elevar-auto-eficácia". Atualmente, o agente PAT está sendo integrado ao STI de álgebra PAT2Math a fim de promover emoções e atitudes mais positivas dos alunos em relação à matemática.

V.3 *Personality tools*

V.3.1 *Personality Inventory PV1.0*

Como descrito na seção IV.2.1.1, foi criada uma nova interface ao NEO-IPIP e TIPI. Essa versão, intitulada *Personality Inventory PV1.0* (Nunes et al., 2010), ofereceu mais usabilidade ao ambiente proposto originalmente por Johnson (2000) e Gosling et al. (2003). As medições de personalidade extraídas no inventário seguem os padrões

propostos por Johnson (2000) e Gosling et al. (2003). A interface é simples como apresentada na Figura 8.

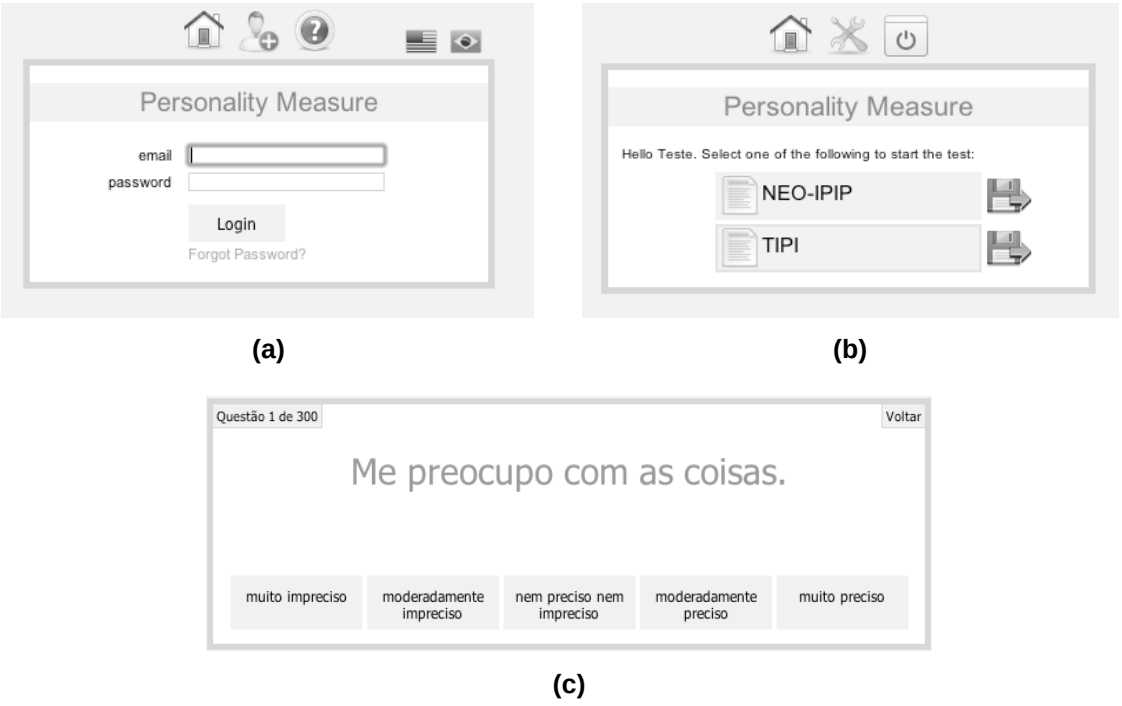

Figura 8. (a) Interface inicial do Personality Inventory PV1.0; (b) Inventários Disponíveis; (c) Questão 1 do inventário NEO-IPIP

Como visto na Figura 8.a, para que a medição de personalidade seja feita, o usuário precisa criar uma conta de usuário e responder pelo menos um dos questionários disponíveis, NEO-IPIP ou TIPI (Figura 8.b). Após a seleção do Inventário, no caso da Figura 8.b, NEO-IPIP, o usuário deve responder o questionário. Uma vez respondido o questionário do NEO-IPIP, cada questão respondida pelo usuário tem valor atribuído entre 1-5. Ao finalizar o teste, os valores atribuídos a cada uma das questões respondidas são utilizados para calcular o resultado. No cálculo, o resultado é normalizado e é atribuído um valor entre 1-100 para cada um dos itens do Big Five, bem como para as suas facetas. Note que somente então o relatório descritivo dos traços de personalidade do usuário é gerado e disponibilizado exclusivamente a ele. Na Figura 9, parte do relatório descritivo dos traços de personalidade do usuário, extraído do inventário NEO-IPIP, é apresentado.

Uma vez visualizado seu prognóstico, o usuário poderá revisualizar o resultado através da própria aplicação ou exportá-lo como *PersonalityML* (disponível somente na Versão Móvel). Esse software foi registrado no Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI, 2012).

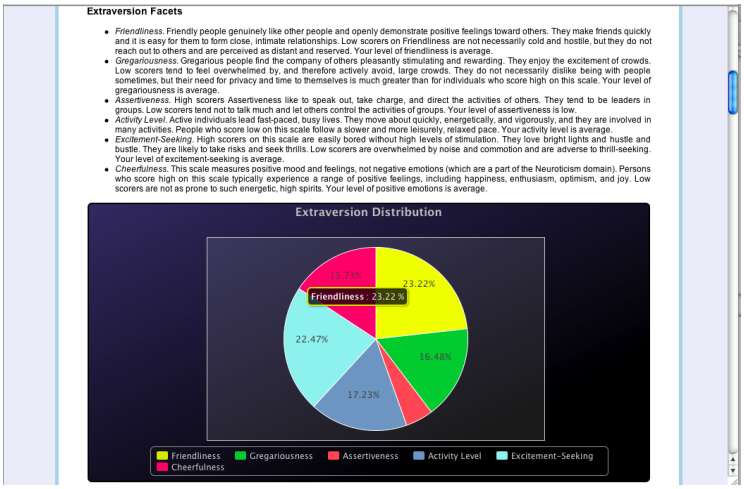

Figura 9. Relatório descritivo parcial do NEO-IPIP. Fonte: (Nunes et al., 2010)

V.3.2. *Personality Inventory Mobile* (Nunes, 2012c)

Como personalidade em computação afetiva é uma área jovem, as padronizações existentes são poucas. Essa nova versão da ferramenta permite que após a extração da personalidade, o armazenamento seja feito via PML. O PML fica disponível ao usuário (aluno/professor) podendo ser usado como entrada de informação de personalidade por qualquer ambiente educacional, bastando o aluno informar ao computador seu arquivo PML, como na Figura 10.

```
1  <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2  <personalityml xmlns="http://www.w3.org/2011/personalityml" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
3    <!--Exemplo de representação da Personalidade seguindo a abordagem de traços
4    e a teoria de S. Gosling-->
5    <personality>
6      <emphasis name="Structure">
7        <approach name="Traits">
8          <model name="Big Five Model">
9            <theory author="Sam Gosling">
10             <inventory test="TIPI">
11               <factors set="Factors TIPI checks">
12                 <factor name="extraversion" score="100"/>
13                 <factor name="agreeableness" score="50"/>
14                 <factor name="conscientiousness" score="42"/>
15                 <factor name="emotional-stability" score="50"/>
16                 <factor name="openness-to-experience" score="100"/>
17               </factors>
18             </inventory>
19           </theory>
20         </model>
21       </approach>
22     </emphasis>
23   </personality>
24 </personalityml>
```

Figura 10. Exemplo do PersonalityML para o TIPI

É apresentada na Figura 11 a nova interface do *Personality Inventory Mobile* que logo aportará outros testes além do NEO-IPIP e TIPI.

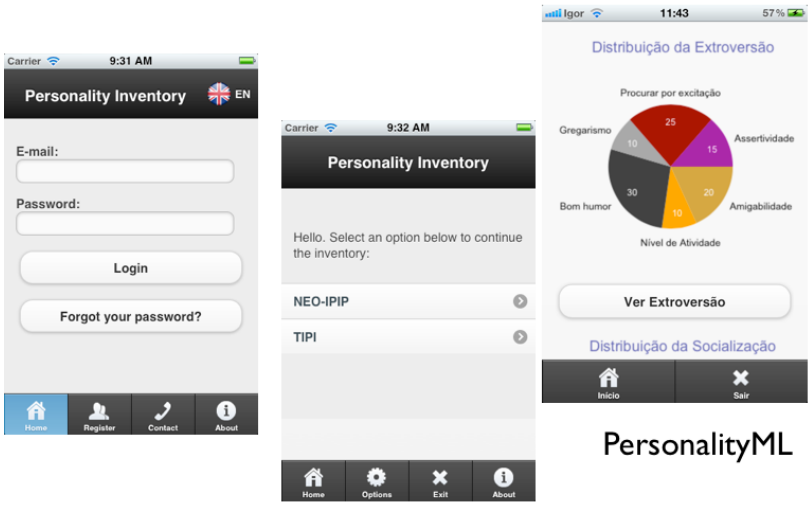

Figura 11. Exemplo do PersonalityML para o TIPI

V.3.3. *Group Recommender 1.0 e 2.0* (Nunes, 2012c)

Essa seção visa apresentar o software desenvolvido para a formação de grupos, tendo como foco seu emprego na EaD. Ele possibilita a criação de equipes de trabalho eficientes coordenadas por tutores (considere a esfera de ação de um curso de EAD na UAB criado para atender um publico de 5.000 alunos por turma), onde alunos deverão ser distribuídos em subgrupos. O papel desse software é recomendar equipes de trabalho considerando as características do tutor e a similaridade de Traços de Personalidade de seus alunos. A versão 1 do software pode ser visualizada na Figura 12.

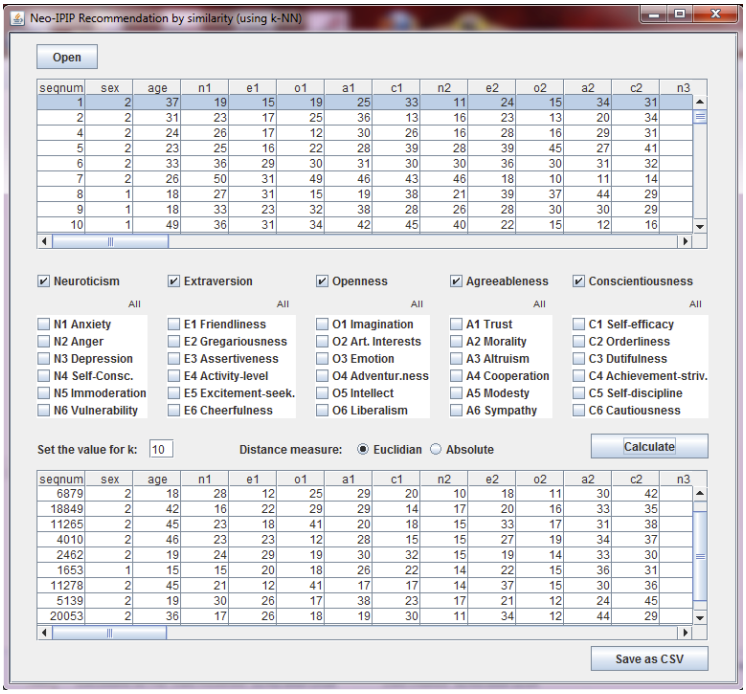

Figura 12. Group Recommender 1.0

Na versão 2.0 do software, o objetivo é recomendar grupos considerando também a complementariedade em traços de personalidade (Figura 13).

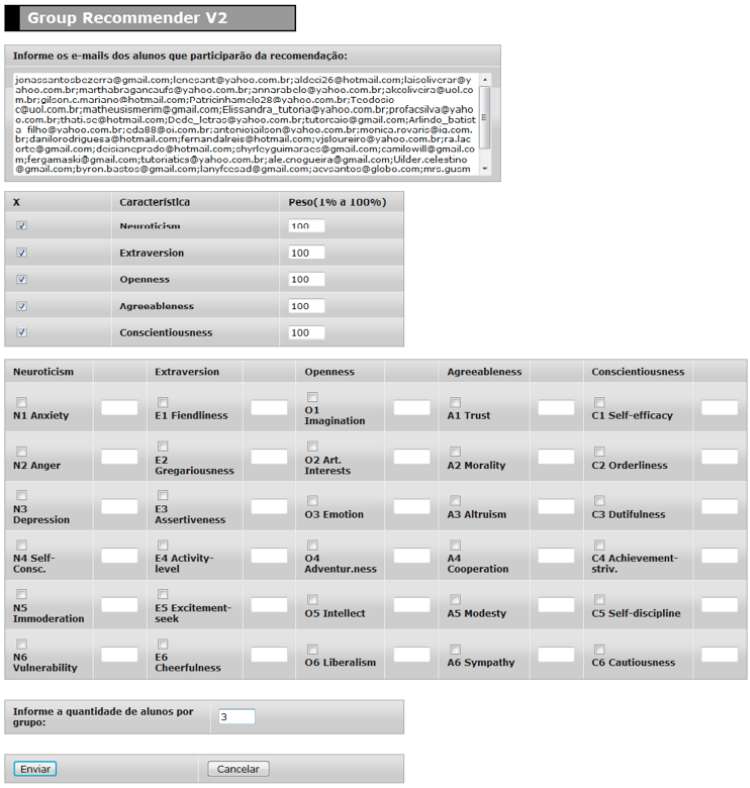

Figura 13. Group Recommender 2.0

Na versão *mobile* (em desenvolvimento), além de possibilitar que o software seja acessível via dispositivos móveis, existirá também a opção de importar a PML (relacionado aos alunos e tutores, por exemplo) facilitando a entrada de dados.

VI. Conclusões e Trabalhos Futuros

Neste capítulo, as autoras buscaram apresentar os principais trabalhos na área de Computação Afetiva aplicada à Educação. O principal foco encontra-se nos trabalhos que inferem e expressam emoções e traços de personalidade a fim de promover a aprendizagem. 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 (Jaques et al., 2012). Dessa forma, muitos pesquisadores na área tem realizado observações em sala de aula para verificar as emoções observadas pelos alunos e como os professores lhes auxiliam a regulá-las (Guia et al., 2012, Baker et al., 2010). Esse se mostra um campo promissor de investigação, embora igualmente desafiador devido a sua natureza interdisciplinar. A inferência multimodal de emoções, ou seja, o reconhecimento por fontes variadas de dados, também tem atraído atenção da comunidade por mostrar melhor acurácia nos resultados (D'Mello et al., 2009; Arroyo et al., 2009).

O reconhecimento automático dos traços de personalidade se mostra igualmente um campo frutífero para pesquisas. Atualmente, grande parte dos trabalhos reconhece os traços de personalidade através de longos (e maçantes) questionários a serem respondidos pelos usuários. Há um campo vasto para investigação de modelos de aprendizagem que infiram os traços de personalidade do usuário através de suas ações no sistema, diálogo, entre outros.

Os pesquisadores também se deparam com a pergunta como a informação dos estados afetivos do aluno pode promover a sua aprendizagem. A principal dificuldade encontra-se no fato de que há poucos trabalhos em psicologia educacional sobre como as emoções interferem na aprendizagem e como um tutor pode auxiliar o aluno a regular suas emoções de forma a promover a aprendizagem. Além disso, mais estudos empíricos se fazem necessários para comprovar o real benefício de agentes e robôs afetivos. Os trabalhos atuais apenas evidenciam resultado positivo com grupos restritos e para alguns conteúdos, tais como melhora no desempenho e atitudes de alunos com baixo desempenho (D'Mello et al., 2008) ou em alunos do sexo feminino na disciplina de matemática (Woolf et al., 2009).

Esse texto representa uma fotografia, vista pela perspectiva das autoras, do estado da arte em Computação Afetiva aplicada a Educação no Brasil e no Mundo. Como toda fotografia, por limitações de espaço, ele coloca em evidência certas perspectivas e falha em esconder outras não menos relevantes. As autoras estão conscientes dessa possível lacuna e por isso não veem esse trabalho como um referencial teórico único, mas apenas como um ponto de partida para aqueles pesquisadores que tenham interesse em começar a pesquisar na área. As autoras igualmente se desculpam se algum trabalho na área não foi mencionado.

Para um estudo mais aprofundado da área, recomenda-se a leitura de artigos de conferências nacionais e internacionais na área de Computação Afetiva, Informática na Educação, Inteligência Artificial Aplicada a Educação e Interação Homem-Máquina. No Brasil, os pesquisadores em Computação Afetiva tem publicado principalmente nas seguintes conferências: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, *Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais* e *Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial*. Especificamente voltados para a área de Computação Afetiva, existem dois principais veículos de divulgação internacionais: *International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction* e o journal *IEEE Transactions on Affective Computing*, ambos promovidos pela associação HUMAINE[14]. Outros canais de divulgação envolve conferências e journals voltados às áreas de aplicação, tais como: *International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, *International Conference Artificial Intelligence in Education, Computers & Education*, entre outros[15].

[14] Informações adicionais em http://emotion-research.net.

[15] Para uma lista mais completa, mas não exaustiva, recomenda-se o site web da profa. Patrícia Jaques http://professor.unisinos.br/pjaques/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=21&lang=pt.

Referências Bibliográficas

ALLPORT, F. H.; ALLPORT, G. W. Personality Traits: Their Classification And Measurement. Journal of Abnormal And Social Psychology, 16, 6–40, 1921.

ALLPORT, G. W. Concepts Of Trait And Personality. Psychological Bulletin, 24, 284–93.1927.

AMES, C. Motivation: What teachers should know. Teachers College Record. [S.l.]: Springer, 1990.

ARNOLD, M. B. Emotion and Personality. Vol. 1. Psychological Aspects. New York: Columbia University Press, 1960.

ARROYO, I.; COOPER, D. G.; BURLESON, W.; WOOLF, B. P.; MULDNER, K.; CHRISTOPHERSON, R. Emotion Sensors Go To School. Proceedings of the 2009 conference on Artificial Intelligence in Education (pp. 17–24). Amsterdam: IOS Press, 2009.

ARROYO, I.; WOOLF, B. P.; COOPER, D. G.; BURLESON, W.; MULDNER, K. The Impact of Animated Pedagogical Agents on Girls' and Boys' Emotions, Attitudes, Behaviors and Learning. Advanced Learning Technologies (ICALT), 2011, 11th IEEE International Conference on. Anais... 2011.

BATES, J. The Role of Emotions in Believable Agents. Communication of ACM, v. 37, n. 7, p. 122-125, 1994.

BANDURA, A. Self-efficacy. In Encyclopedia of human behavior, ed. V. S. Ramachaudran, 71-81. New York: Academic Press. 1994.

BAKER, R.; CORPORATION, T. M.; ROLL, I. D. O.; CORBETT, A.; KOEDINGER, K. R. Why Students Engage in " Gaming the System " Behavior in Interactive Learning Environments. Journal of Interactive Learning Research, v. 19, n. 2, p. 185-224, 2008.

BAKER, R.; D'MELLO, S. K.; RODRIGO, M. M. T.; GRAESSER, A. C. Better to be frustrated than bored. International Journal on Human-Computer Studies, v. 68, n. 4, 223–241, 2010.

BARTLE, PHIL. Formação e Desenvolvimento de Grupos. Notes. Disponivel em: <http://www.scn.org/mpfc/modules/bld-grpp.htm >. Acesso em 20/08/2010.

BRINKMAN, W.-P.; FINE, N. Personalising emotional skin designs. Emotion in HCI: Joint Proceedings of the 2005, 2006 and 2007 International Workshops, p.31-33, Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart. 2008.

BERCHT, M. Em direção a agentes Pedagógicos com dimensões afetivas. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre, 152 p., 2001.

BERGER, K. S. The Developing Person Through The Life Span. 6ª Ed. Worth Publishers, 2003.

BOULAY, B. du. Caring for the Learner in honour of John Self. International Journal of Artificial Intelligence in Education, v. 13, n. 1, 2003.

BOYD, D. Faceted identity: Managing representation in a digital world. Master's thesis, Cambridge, MA, 2002.

BRANDÃO, C. R. Identidade E Etnia, Construção Da Pessoa E Resistência. São Paulo, Ed.Brasiliense, 1986.

BURLESON, W.; PICARD, R. W.; PERLIN, K.; LIPPINCOTT, J. A platform for affective agent research. Workshop on Empathetic Agents,. AAMAS, 2004.

BURLESON, W.; PICARD, R. W. Evidence for Gender Specific Approaches to the Development of Emotionally Intelligent Learning Companions. IEEE Intelligent Systems, Special issue on Intelligent Educational Systems, v. 22, n. 4, p. 62-69, 2007.

BURGER, J. M. Personality. Wadsworth, fifth edition, 2000.

CALVO, R. A.; D'MELLO, S. K. Affect Detection: An Interdisciplinary Review of Models, Methods, and their Applications. IEEE Transactions on Affective Computing, v. 1, n. 1, 18-37, 2010.

CARREIRA, R.; CRATO, J. M.; GONÇALVES, D.; JORGE, J. A. Evaluating adaptive user profiles for news classification. In IUI '04: Proceedings of the 9th international conference on Intelligent user interfaces, pages 206–212, New York, NY, USA. ACM Press. 2004.

CARTWRIGHT, D. Theories and Models of Personality. WCB, 1979.

CHANEL, G. Emotion assessment for affective computing based on brain and peripheral signals. Thèse de doctorat : Univ. Genève. 2009.

CIAMPA, A. C. A Estória Do Severino E A História Da Severina – Um Ensaio De Psicologia Social. São Paulo, Brasiliense, 1993.

CONATI, C. Probabilistic Assessment of User's Emotions in Educational Games. Applied Artificial Intelligence, v. 16, n. 7-8, p. 555-575, 2002.

CONATI, C.; ZHOU, X. Modelling Students' Emotions from Cognitive Appraisal in Educational Games. In: International Conference on Intelligent Tutoring Systems. Berlin: Springer-Verlag, 2002.

CONATI, C.; MACLARE, H. Evaluating a probabilistic model of student affect. Proceedings of Intelligent Tutoring Systems. Anais... Maceió, Brazil: Springer, 2004.

COOPER, B. Care - Making the Affective Leap: More Than a Concerned Interest in a Learner's Cognitive Abilities. International Journal of Artificial Intelligence in Education 13, 3-9, 2003.

CORREA, D. Divalite Test Page. Disponível em: <http://perso.limsi.fr/jps/online/divalite/demos/demo_daniel/daniel.html>. Acessado em: <15 de outubro de 2012>.

D'MELLO, S. K.; CRAIG, S. D.; WITHERSPOON, A. W.; MCDANIEL, B. T.; GRAESSER, A. C. Automatic Detection of Learner's Affect from Conversational Cues. User Modeling and User-Adapted Interaction, v. 18, n. 1-2, 45-80, 2008.

D'MELLO, S.; GRAESSER, A. Automatic Detection of Learner's Affect From Gross Body Language. Applied Artificial Intelligence, v. 23, n. 2, p. 123-150, 2009.

D'MELLO, S.; LEHMAN, B.; SULLINS, J.; DAIGLE, R.; COMBS, R.; VOGT, K.; PERKINS, L. A Time for Emoting: When Affect-Sensitivity Is and Isn't Effective at Promoting Deep Learning. In Vincent Aleven, J. Kay, & J. Mostow (Eds.), International Conference on Intelligent Tutoring Systems (pp. 245–254). Pittsburgh, PA, USA: Springer, 2010.

DAMASIO, A. Descartes' Error: Emotion, reason, and the human brain. New York: G. P. Putnam, 1994.

DARWIN, C. R. The Expression of emotions in man and animals. London: Murray, 1965.

DEL SOLDATO, T.; DE BOULAY, B. Implementation of Motivational Tactics in Tutoring Systems. Jounal of Artificial Intelligence in Education, v. 6, n. 4, p. 337-378, 1995.

DENNIS, M.; MASTHOFF, J.; MELLISH, C. The quest for validated personality trait stories. In Proceedings of IUI. ACM, NY, 273-276.2012.

DIVALITE. Divalite toolkit home page. Disponível em <http://perso.limsi.fr/jps/online/divalitesite/ site.htm>. Acessado em: <15 de outubro de 2012>.

DONATH, J. S. Identity and Deception in the Virtual Community. In M. A. Smith and P. Kollock, editors, 1999.

DONATH, J. S. Being Real: Questions of Tele-Identity. In: Ken Goldberg, editor, The Robot in the Garden: Telerobotics and Telepistemology in the Age of the Internet, chapter 16, pages 296–311. The MIT Press, first edition, 2000.

DUNN, G.; WIERSEMA, J.; HAM, J.; AROYO, L. Evaluating Interface Variants on Personality Acquisition for Recommender Systems. In Proceedings of the 17th international Conference on User Modeling, Adaptation, and Personalization: Formerly UM and AH .G. Houben, G. Mccalla, F. Pianesi, and M. Zancanaro, Eds. Lecture Notes In Computer Science, vol. 5535. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 259-270. 2009.

DWECK, C. S. Self-Theories: Their role in motivation, personality and development. Philadelphia, PA, Psychology Press, 1999.

EKMAN, P. All Emotions are Basic. In: EKMAN, P.; DAVIDSON, R. (Ed.). The Nature of Emotion. Oxford: Oxford University Press. p. 15-19. 1994.

EKMAN, P.; FRIESEN, W.V.; HAGER, J. C. Facial Action Coding System: The manual. Research Nexus division of Network Information Research Corporation, Salt Lake City, Estados Unidos, 2002.

ERIKSON, E. H. Identity and the Life Cycle. Norton, 1980.

EYHARABIDE, V.; AMANDI, A.; COURGEON, M.; CLAVEL, C.; ZAKARIAN, C.; MARTIN, J.-C. An Ontology for Predicting Students' Emotions During a Quiz. Comparison with Self-reported Emotions. IEEE Symposium Series on Computational Intelligence 2011 (SSCI'11) - Workshop on Affective Computational Intelligence, Paris, France, 2011.

FRIJDA, N. Varieties of affect: emotions and episodes, moods, and sentiments. In: EKMAN, P.; DAVIDSON, R. J. (Ed.). The Nature of Emotion. New York: Oxford University Press p. 59-67.1994.

FUNDER, D. The Personality Puzzle. Norton, 2001.

GEORGEFF, M.; PELL, B.; POLLACK, M. E. et al. The Belief-Desire-Intention Model of Agency. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON INTELLIGENT AGENTS V, AGENT THEORIES, ARCHITECTURES, AND LANGUAGES, 5., 1998, Paris. Proceedings… Paris: Springer-Verlag. p. 1-10. (Lecture Notes in Computer Science, 1555).1999.

GIDDENS, A. Modernity and Self-Identity. Self and Society in the Late Modern Age. Stanford university Press, Stanford, California, 1991.

GILL, A. J.; OBERLANDER, J. Perception of e-mail personality at zero acquaintance: Extraversion takes care of itself; Neuroticism is a worry. Proceedings of the 25th Annual Conference of the Cognitive Science Society (pp. 456–461). Hillsdale, NJ: LEA. 2003.

GOFFMAN, E. The Presentation of Self in Everyday Life. Anchor Book, 1959.

GOLEMAN, D. Emotional Intelligence. New York: Bantam Books, 1995.

GOSLING, S. D.; RENTFROW, P, J.; SWANN J. R., W. B. A very brief measure of the big-five persoanlity domains. Journal of Research in Personality. Elsevier, (37):504–528, 2003.

GOSLING, S. Psiu, Dê Uma Espiadinha: O Que As Suas Coisas Dizem Sobre Você; Tradução Marcio De Paula S. Hack. – Rio De Janeiro: Elsevier, 2008.

GOLDBERG, L. R. An alternative "Description of personality": The Big-Five factor structure. Journal of Personality and Social Psychology, 59, 1216-1229, 1990.

GOLDBERG, L. R., JOHNSON, J. A., EBER, H. W., HOGAN, R., ASHTON, M. C., CLONINGER, R. C., GOUGH, H. G., The international personality item pool and the future of public-domain personality measures. Journal of Research in Personality 40 (1), 84-96. 2006.

GUIA, T. F. G.; RODRIGO, M. M. T.; DAGAMI, M. M. C. et al. Modeling the Affective States of Students Using SQL-Tutor. International Conference on Intelligent Tutoring Systems. Anais... Pittsburgh, PA, USA: Elsevier. , 2012.

HALL, C. S.; LINDZEY, G.; CAMPBELL, J. B. Theories Of Personality. John Wiley & Sons, Inc., 1998.

HECKMANN, D. Ubiquitous User Modeling. Phd thesis, Technischen Fakultlaten der Universitlat des Saarlandes, Saarbrucken-Germany, November 2005.

HECKMANN, D.; KRUGER, A. A user modeling markup language (UserML) for ubiquitous computing. In 8th International Conference on User Modeling, LNAI 2702, page 393-397, Johnstown, PA, USA. Springer, Berlin Heidelberg. 2003.

HEFFERNAN, N.; KOEDINGER, K.; RAZZAQ, L. Expanding the Model-Tracing Architecture : A 3rd Generation Intelligent Tutor for Algebra Symbolization.” Int. J. of Artificial Intelligence in Education, v. 18, n. 2: 153-178. 2008.

HUTZ, C. S.; NUNES, C. H.; SILVEIRA, A. D.; SERRA, J.; ANTON, M.; WIECZOREK, L. S. O Desenvolvimento De Marcadores Para A Avaliação Da Personalidade No Modelo Dos Cinco Grandes Fatores. Psicologia: Reflexão E Crítica, 11(2), 1998.

HU, R; PU, P. A comparative user study on rating vs. personality quiz based preference elicitation methods. In Proceedings of the 14th international conference on Intelligent user interfaces (IUI '09). ACM, New York, NY, USA, 367-372. 2009.

HUSSAIN, M. S.; CALVO, R. A. A Framework for Multimodal Affect Recognition. Learning Systems Group, DECE, University of Sydney. 2009.

IZARD, C. Emotion-cognition relationships and human development. In: IZARD, C.; KAGAN, J.; ZAJONC, R.B. (Ed.). Emotions, cognition, and behavior. New York: Cambridge University Press. p. 17-37. 1984.

INPI 2012. INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Disponível em: < http://www.inpi.gov.br>. Acessado em 15 de outubro de 2012.

JAMES, W. What is emotion? Mind, 9, 188-205, 1884.

JACQUES, M. G. C.; STREY, M. N.; BERNARDES, N. M. G.; GUARESCHI, P. A.; CARLOS, S. A. AND FONSECA, T. M. G. Psicologia social contemporânea (3ª ed.) Petrópolis: Vozes. 1998.

JAQUES, P. A. Avaliando um Modelo Afetivo de Aluno baseado em uma Abordagem Cognitiva. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Anais... Fortaleza: SBC, 2008.

JAQUES, P. A.; KIST, T.; FRAZEN, E.; PIMENTA, M.; VICCARI, R. M. Interação com Agentes Pedagógicos Animados: Um Estudo Comparativo. In: IHC-2001 4th IV Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, 2001, Florianópolis. IHC-2001 4th IV Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais. Florianópolis: UFSC, p. 132-144. 2001.

JAQUES, P. A.; VICCARI, R. M. PAT: um agente pedagógico animado para interagir efetivamente com o aluno. RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 3, p. 1, 2005a.

JAQUES, P. A.; VICARI, R. M. Estado da Arte em Ambientes Inteligentes de Aprendizagem que Consideram a Afetividade do Aluno. Informática na educação, UFRGS: Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 15-38, 2005b.

JAQUES, P. A.; VICARI, R. M. A BDI approach to infer student's emotions in an intelligent learning environment. Computers & Education, v. 49, n. 2, p. 360-384, 2007.

JAQUES, P.; JAQUES, K. S. F.; LEHMANN, M. Avaliando a efetividade de um agente pedagógico animado emocional. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Anais... Fortaleza: SBC. , 2008.

JAQUES, P. A.; LEHMANN, M.; PESTY, S. Evaluating the Affective Tactics of an Emotional Pedagogical Agent. In: ACM Symposium on Applied Computing - Human Computer Interaction Track, 2009, Havai. Proceedings of the 24th annual acm symposium on applied computing 2009. New York : ACM, 2009. v. 1. p. 104-109, 2009.

JAQUES, P. A.; VICARI, R.; PESTY, S.; MARTIN, J. Evaluating a Cognitive-Based Affective Student Model. In: Affective Computing and Intelligent Interaction, 2011, Memphis. Proceedings fo ACII 2011, 2011. p. 1-10. 2011.

JAQUES, P. A.; NUNES, M. A.; ISOTANI, S.; BITTENCOURT, I. Computação Afetiva aplicada à Educação: Dotando Sistemas Tutores Inteligentes de Habilidades Sociais. In: CSBC 2012 - DesafIE, 2012, Curitiba. Anais do CSBC, 2012.

JOHN-STEINER, V. Creative Collaborations. Oxford: Oxford University Press, 2000.

JOHN, O. P.; SRIVASTAVA, S. The Big Five Trait Taxonomy: History, Measurement, And Theoretical Perspectives. In: Handbook Of Personality: Theory And Research, P. 102–138. New York. 1999.

JOHNSON, J. A. Web-based personality assessment. In 71st Annual Meeting of the Eastern Psychological Association, Baltimore, USA. (Available at http://www.personal.psu.edu/ j5j/vita.html). 2000.

JOHNSON, J. A. Ascertaining the validity of individual protocols from web-based personality inventories. Journal of research in personality, 39(1):103–129. 2005.

KHAN, I. A.; BRINKMAN, W.; FINE,N.; HIERONS, R. Measuring personality from keyboard and mouse use. In Proceedings of the 15th European conference on Cognitive ergonomics: the ergonomics of cool interaction (ECCE '08), Julio Abascal, Inmaculada Fajardo, and Ian Oakley (Eds.). ACM, New York, NY, USA, Article 38, 8 pages. 2008.

KOBSA, A. Generic user modeling systems. In P. Brusilovsky, A. Kobsa, and W. Nejdl, editors, The Adaptive Web, volume 4321 of Lecture Notes in Computer Science, chapter 4, pages 136–154. Springer Verlag. 2007.

LAGUD, M. C. V.; RODRIGO, M. M. T. The Affective and Learning Profiles of Students Using an Intelligent Tutoring System for Algebra. (V. Aleven, J. Kay, & J. Mostow, Eds.) Intelligent Tutoring Systems. Anais... Pittsburgh, PA, USA: Springer, 2010 .

LAZARUS, R. S. Progress on a cognitive-motivational-relational theory of Emotion. American Psychologist, 46(8), 819-834, 1991.

LEITE, I.; MASCARENHAS, S. F.; PEREIRA, A. MARTINHO, C.; PRADA, R.; PAIVA, A. Why can't we be friends? an empathic game companion for long-term interaction. International Conference on Intelligent Virtual Agents, p. 315-321, 2010.

LEITE, I.; CASTELLANO, G.; PEREIRA, A.; MARTINHO, C.; PAIVA, A. Modelling Empathic Behaviour in a Robotic Game Companion for Children: an Ethnographic Study in Real-World Settings. ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction. Anais... Boston, USA: ACM. , 2012.

LISETTI, C. L. Personality, affect and emotion taxonomy for socially intelligent agents. In Proceedings of the Fifteenth International Florida Artifcial Intelligence Research Society Conference, AAAI Press, pp. 397-401. 2002.

LOEHLIN, J. C. Genes And Environment In Personality Development. United States Of America: Sage Publications, 1992.

LOYALL, A.B.; BATES, J. Personality-rich believable agents that use language. In Proceedings of the first international conference on Autonomous agents, telligence, p.106–113. Marina del Rey, California, United States: ACM Press. 1997.

MAIRESSE, F.; WALKER, M.; MEHL, M.; MOORE, R. Using linguistic cues for the automatic recognition of personality in conversation and text. Journal of Artificial Intelligence Research, 30, 1, 457-500. 2007.

MEAD, G. H. Mind, Self, and Society, volume 1. Univeristy of Chicago,Chicago, charles w. morris edition, 1934.

MOTOLA, R.; JAQUES, P. A.; AXT, M.; VICARI, R. M. Architecture for animation of affective behaviors in pedagogical agents. Journal of the Brazilian Computer Society (Impresso), v. 15, p. 3-13, 2009.

MOERK, E. L. Effects of personality structure on individual activities in a group and on agroup process, Human Relations, v.25 n.6 pp. 505-513, 1972.

MURRAY, H. Explorations In Personality. New York: Oxford University Press, 1938.

NASS, C.; MOON, Y.; FOGG, B. J.; REEVES, B.; DRYER, C. Can computer personalities be human personalities? International Journal Human-Computer Studies, 43(2):223–239, 1995.

NASS, C.; LEE, K. M. Does computer-generated speech manifest personality? an experimental test of similarity-attraction. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. CHI '00. ACM, New York, NY, 329-336. 2000.

NUNES, M. A. S. N. Recommender Systems based on Personality Traits:Could human psychological aspects influence the computer decision-making process?. 1. ed. Berlin: VDM Verlag Dr. Müller, 2009.

NUNES, M. A. S. N. et al. Computação Afetiva e sua influência na personalização de Ambientes Educacionais: gerando equipes compatíveis para uso em AVAs na EaD . n: Educação e Ciberespaço: Estudos, propostas e desafios ed. Aracaju : Virtus, v.1, p. 308-347. 2010a.

NUNES, M. A. S. N.; BEZERRA, J. S.; OLIVEIRA, A. Estendendo o conhecimento afetivo da EmotionML In: IHC, 2010, Belo Horizonte. IHC2010. Porto Alegre: SBC, p.197 -200. 2010b.

NUNES, M.A.S.N.; CAZELLA, S. C. O que sua Personalidade revela? Fidelizando clientes web através de Sistemas de Recomendação e Traços de Personalidade. In: Patricia Vilain e Valter Roesler. (Org.). Tópicos em Banco de Dados e Multimídia e Web. Porto Alegre: SBC, v. 1, p. 91-122. 2011.

NUNES, M. A. S. N. Computação Afetiva personalizando interfaces, interações e recomendações de produtos, serviços e pessoas em Ambientes comutacionais. In: Nunes, M. A. S. N.; Oliveira, A. A.; Ordonez, E. D. M. (Org.). DCOMP e PROCC: Pesquisas e Editora UFS: São Cristóvão , p. 115-151. 2012.

NUNES, M. A. S. N.; BEZERRA, J. S.; OLIVEIRA, A. A. Personalityml: a markup language to standardize the user personality in recommender systems. Revista GEINTEC- gestão, inovação e tecnologias, v. 2, p. 255-273, 2012b.

NUNES, M.A.S.N. Personality Research Portal. Disponível em: <http://www.personalityresarch.com.br>. Acessado em 15 de outubro de 2012. 2012c.

NUNES, M. A. S. N. ; HU, R. Personality-based Recommender Systems: An Overview. In: ACM Conference on Recommender Systems, 2012, Dublin. Proceedings of the sixth ACM conference on Recommender systems (RecSys '12). New York: ACM,. p. 5-7. 2012d.

OLIVEIRA, E.; JAQUES, P. A. Inferindo as emoções do usuário pela face através de um sistema psicológico de codificação facial. In: Simpósio Brasilero sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, 2008, Porto Alegre. Porto Alegre: SBC/ACMp. 156-165. 2008.

ORTONY, A.; CLORE, G.; COLLINS, A. The cognitive structure of emotions. Cambridge, UK, 1988.

PAIVA, A.; SELF, J. A. Tagus - a user and leamer modelling workbench. User Model. User-Adapt. Interaction, v. 4, n. 3, 197–226. 1995.

PAIVA, A. Empathy in Social Agents. International Journal of Virtual Reality, v. 10, n. 1, 65-68. 2011.

PIAGET, J. Les relations entre l'intelligence et l'affectivité dans le developpement de l'enfant. In : RIMÉ, B.; SCHERER, K. (Ed.). Les Émotions. Paris: Delachaux et Niestlé, 1989.

PIANESI, F. ; MANA, N.; CAPPELLETTI, A. ; LEPRI, B.; ZANCANARO, M.. Multimodal recognition of personality traits in social interactions. in Proceedings of the 10th International Conference on Multimodal Interfaces: Special Session on Social Signal Processing, pp. 53–60.2008.

PICARD, P.; VYZAS, E.; HEALEY, J. Toward Machine Emotional Intelligence. IEEE Transactions Pattern Analysis and Machine Intelligence, Los Alamitos, v. 23, n. 10, 2001.

PICARD, R. Affective Computing. Cambridge: MIT Press. 262 p. 1997.

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), Aracaju. p. 1800-1807. 2011.

POO, D., CHNG, B.; GOH, J. M. A hybrid approach for user profiling. In HICSS '03: Proceedings of the 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'03) Washington, DC, USA.IEEE Computer Society.2003.

PRADA, R.; MA, S.; NUNES, M. A. S. N. Personality in Social Group Dynamics In: International Conference on Computational Science and Engineering- CSE '09, 2009, Vancouver. International Conference on Computational Science and Engineering-CSE '09. v.4. p.607 – 612, 2009.

PRADA, R.; CAMILO, J.; NUNES, M. A. S. N. Introducing Personality Into Team Dynamics. In: Ecai - European Conference On Artificial Intelligence-Frontiers In Artificial Intelligence And Applications, 2010, Lisbon. Ecai. Ios Press, 2010. V. 215. P. 667-672, 2010.

REEVES, B.; NASS, C. The media equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places. New York: Cambridge University Press, 1996.

RESNICK, P.; VARIAN, H. R. Recommender Systems. Communications Of The Acm, 40(3), 56-8, 1997.

ROMERO, C.; González, P.; Ventura, S.; del Jesus, M. J.; Herrera, F. Evolutionary algorithms for subgroup discovery in e-learning: A practical application using Moodle data. Expert Syst. Appl. 36, 2. 2009.

ROUSSEAU, B.; BROWNE, P.; MALONE, P.; FOSTER, P.; MENDIS, V. Personalised resource discovery searching over multiple repository types: Using user and information provider profiling. In ICEIS (5), pages 35–43.2004.

SANSONNET, J.; JAQUES, P.; CORREA, D.; BRAFFORT, A.; VERRECCHIA, C. Developing Web fully-integrated conversational assistant agents. In: ACM Research in Applied Computation Symposium (RACS), 2012, Texas. Proceedings..., 2012.

SCHERER, K. Appraisal Theory. In: DALGLEISH, T.; POWER, M. (Ed.). Handbook of Cognition and Emotion. New York: John Wiley & Sons, 1999.

SCHERER, K. Psychological models of emotion. In: BOROD, J. (Ed.). The neuropsychology of emotion. Oxford/New York: Oxford University Press. p. 137-162. 2000.

SCHERER, K. R.; BANSE, R.; WALLBOTT, H. G. Emotion Inferences from Vocal Expression Correlate Across Languages and Cultures. Journal of Cross-Cultural Psychology, v. 32, n. 1, p. 76-92, 1 jan 2001.

SCHERER, K. R. Appraisal Considered as a Process of Multilevel Sequential Checking. In K. R. Scherer, A. Schorr & T. Johnstone (Eds.), Appraisal Processes in Emotion: Theory, Methods, Research (pp. 92-120): Oxford University Press, 2001.

SCHULTZ, D. Theories Of Personality. 4ª Ed. Brooks/Cole, 1990.

SEBE, N.; COHEN, I.; GEVERS, T.; HUANG, T. S. Multimodal approaches for emotion recognition: a survey. Proceedings of SPIE. Anais... San Jose, EUA: SPIE, 2005.

SELF, J. Student Models in Computer-Aided Instruction. International Journal of Man-Machine Studies 6(2): 261-276 , 1974.

SHAW, M. E. Group Dynamics. McGraw-Hill, 1976.

SOLDZ, S.; VAILLANT, G. The big five personality traits and the life course: A 45 years longitudinal study. Journal of Research in Personality, 33:208–232,1998.

TEERVEN, L.; MCDONALD, D.W. Social matching: A framework and research agenda. Acm Transactions on Computer-Human Interaction, v. 12, n. 3, 401–434, 2005.

TKALČIČ, M.; BURNIK, U.; KOŠIR, A. Using affective parameters in a content-based recommender system for images. User Modeling and User-Adapted Interaction: The Journal of Personalization Research, Volume 20, Number 4, pages: 279-311. 2010.

VAIL, P. Emotion: The On/Off Switch for Learning. Rosemont, NJ: Modern Learning Press, 1994.

VYGOTSKY, L. The Problem of the Environment. In: VEER, R. V.; VLASINER, J. (Ed.). The Vygotsky Reader. Cambridge, MA: Blackwell. p. 338-354. 1994.

VYGOTSKY, L. Thought and Language. Cambridge, MA: MIT Press, 1962.

WOOLF, B. P. Building Intelligent Interactive Tutors. London: Elsevier. p. 467. 2009.

WOOLF, B. P.; BURLESON, W.; ARROYO, I.; DRAGON, T.; COOPER, D. G.; PICARD, R. W. Affect-aware tutors: recognising and responding to student affect. International Journal of Learning Technology, v. 4, n. 3/4, p. 129, 2009.