

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS E PROCESSOS
INDUSTRIAIS – MESTRADO**

Mirceia Pereira Borin

**O USO DE AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM COM AGENTES
PEDAGÓGICOS EMOCIONAIS PARA CAPACITAÇÃO EM ORGANIZAÇÕES**

Santa Cruz do Sul, dezembro de 2010

Mirceia Pereira Borin

**O USO DE AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM COM AGENTES
PEDAGÓGICOS EMOCIONAIS PARA CAPACITAÇÃO EM ORGANIZAÇÕES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos Industriais – Mestrado – Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sistemas e Processos Industriais.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Rejane Frozza.
Co-Orientadora: Prof^ª. Dra. Liane M. Kipper

Santa Cruz do Sul, dezembro de 2010.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar força e coragem e me iluminando para concluir mais uma etapa de minha caminhada.

A toda minha família por estar sempre ao meu lado me dando forças, mas principalmente aos meus pais Marta Leci Borin e Cosme Borin e minha irmã Lais Borin, por todo o amor e carinho a mim dispensados, por me incentivarem a prosseguir e superar todos os obstáculos, devo tudo a vocês, muito obrigada. Eu amo muito vocês.

Ao meu marido Rodrigo Schulz, sempre presente ao meu lado, me apoiando, por todo carinho e amor dedicado a mim. Muito Obrigada, por acreditar em mim e me ajudar a enfrentar todos os desafios, sempre com muita paciência e dedicação. Amor, esta vitória também é tua.

A minha querida orientadora Dr^a Rejane Frozza, que de forma tão profissional e carinhosa me incentivou, me apoiou durante todo este trabalho, sempre me indicando o melhor caminho a ser seguido, e compartilhando comigo seu vasto conhecimento. Obrigada por toda a paciência, amizade e confiança em mim depositada, com certeza nunca a esquecerei.

Agradeço a todos os professores que de alguma maneira contribuíram para que se concretizasse, em especial a Liane M. Kipper, mais essa etapa de minha vida, para mim serão para sempre meus Mestres. Também ao pessoal que participou da validação do projeto, aos colegas da coordenação do campus da UNISC que ajudaram na área da coleta seletiva e aos bolsistas do projeto.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta dissertação. A todos meu Muito Obrigada!

RESUMO

Este trabalho apresenta a modelagem e o desenvolvimento de um agente pedagógico, chamado *Dóris*, em um ambiente virtual de aprendizagem, expressando emoções (alegria, tristeza, expectativa, dúvida, atenção, surpresa e indignação) na interação do ambiente com os usuários. A base de conhecimento do ambiente, modelada na forma de páginas *web*, refere-se ao domínio da coleta seletiva, reciclagem e compostagem. Atualmente, o mercado de trabalho vem se tornando cada vez mais especializado e a preocupação em qualificar os profissionais tem sido grande entre as organizações, havendo a necessidade de submetê-los a treinamentos, cursos e especializações, com o objetivo de agregar mais valor de capital humano às organizações. Assim, este trabalho também aborda uma prática pedagógica para capacitação nas organizações, com o uso de um ambiente virtual de aprendizagem com agente pedagógico emocional, visando qualidade, motivação e entusiasmo nos processos de aprendizagem, otimização de tempo e recursos das organizações, mantendo resultados eficientes e de qualidade nos processos executados. O ambiente foi utilizado por um grupo de dez usuários em um processo de capacitação para o sistema de coleta seletiva, reciclagem e compostagem, prática utilizada na Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC). Considerando que a cada ano muitas pessoas acessam a Universidade, atualmente o processo de capacitação ocorre anualmente e de forma presencial, atingindo um número limitado de pessoas. Com o uso deste ambiente virtual de aprendizagem, mais pessoas poderão acessar conhecimento sobre o assunto, tornando o processo de acomodação e assimilação do conhecimento mais ágil e ao alcance de toda a comunidade acadêmica, fortalecendo a educação ambiental e a sustentabilidade organizacional.

Palavras-Chave: Ambientes Virtuais de Aprendizagem para Capacitação em Organizações; Agentes pedagógicos com Emoções; Sistema de Coleta Seletiva, Reciclagem e Compostagem.

ABSTRACT

This paper presents the modeling and development of a pedagogical agent called Doris, in a virtual learning environment, expressing emotions (joy, sadness, hope, doubt, attention, surprise and anger) in environmental interaction with users. The knowledge base of the environment, shaped in the form of web pages, refers to the field of selective collection and composting. Currently, the labor market is becoming increasingly specialized and qualified professionals concern has been high between the organizations was necessary to subject them to training courses and specializations, with the goal of adding more value to human capital organizations. This work also addresses a pedagogical practice for training in organizations, using a virtual learning environment with emotional pedagogical agent, seeking quality, motivation and enthusiasm in learning processes, optimization of time and resources of organizations, while maintaining efficient results and quality of processes executed. The environment was used by a group of ten users in a training process for the selective collection system and composting, a practice used at the University of Santa Cruz do Sul (UNISC). Considering that every year people access the University, currently the training process occurs annually and in person, with a limited number of people. Using this virtual learning environment, more people can access knowledge about the subject, making the process of accommodation and assimilation of knowledge faster and more accessible to the entire academic community, strengthening environmental education and organizational support.

Keywords: Virtual Learning Environments for Training Organizations; Pedagogical Agents with Emotions; System of Waste Recycling and Composting.

LISTA DE ABREVIATURAS

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
CONAMA	Ministério do Meio Ambiente
EAD	Educação a Distância
GNU	<i>General Public License</i>
STI	Sistema Tutor Inteligente
UNISC	Universidade de Santa Cruz do Sul

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1 – Composição básica de um AVA	18
2 – Relativas fases de aprendizagem para as emoções	22
3 – Ramos da computação afetiva.....	24
4 – Características Visuais do Agente Bernardo	29
5 – Agente pedagógico PAT.....	30
6 – Algumas expressões do agente pedagógico CAL	31
7 – Metodologia de trabalho seguida	37
8 – Capacitação dos funcionários da UNISC	40
9 – Tela do Sistema Tutor Inteligente – intervenção do agente <i>tutor</i>	41
10 – Expressões Universais	44
11 – Etapas da expressão de alegria do agente modelado para o ambiente virtual de aprendizagem.....	44
12 – Agente propondo exercício aleatório.....	45
13 – Agente expressando alegria, em relação ao acerto do usuário do exercício aleatório.....	45
14 – Etapas da expressão de tristeza do agente modelado para o ambiente virtual de aprendizagem.....	45
15 – Ao clicar no ícone Sair o agente expressa tristeza.....	46
16 – Etapas da expressão de expectativa do agente modelado para o ambiente virtual de aprendizagem.....	46
17 – O agente expressando a emoção expectativa, no momento em que o usuário pula de página sem explorá-la	47
18 – Etapas da expressão de indignação do agente modelado para o ambiente virtual de aprendizagem.....	47
19 – Exemplo da expressão indignação da interação do sujeito com o ambiente.....	48
20 – Etapas da expressão de surpresa do agente modelado para o ambiente virtual de aprendizagem.....	48
21 – O agente expressando surpresa e perguntando se quer mudar de tática para apresentação do conteúdo.....	49
22 – Etapas da expressão de atenção do agente modelado para o ambiente virtual de aprendizagem.....	49
23 – Exemplo da expressão atenção na interação do agente com o usuário	50

24 – Etapas da expressão de dúvida do agente modelado para o ambiente virtual de aprendizagem.....	51
25 – Exemplo da expressão dúvida no ambiente	52
26 – Modelagem da malha que dá forma ao agente.....	53
27 – Detalhe da aplicação de <i>bones</i> na malha do agente.....	54
28 – Diagrama de casos de uso	55
29 – Índice do ambiente com os assuntos que foram trabalhados na capacitação	56
30 – Página para perfil Textual	57
31 – Página para perfil de Imagem	57
32 – Página com a prática do jogo	57
33 – Vídeo da Ilha das Flores	58
34 – Página de Exercícios Objetivos.....	58
35 – Informações dos exercícios gravados pelo banco de dados	59
36 – Exercício de Cruzada	59
37 – Página de Compostagem da UNISC.....	60

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
1.1 Educação a Distância nas Empresas	15
1.2 Ambientes Virtuais de Aprendizagem	17
1.3 Expressões Emocionais em Agentes Pedagógicos	20
1.4 Método Clínico de Piaget	25
1.5 Trabalhos Relacionados.....	28
1.5.1 Agente Bernardo (Deters et al., 2006).....	28
1.5.2 Agente PAT (Jaques; Vicari, 2005).....	29
1.5.3 Agente CAL (Silva; Bernardi, 2009).....	30
1.5.4 Agente Dóris (Frozza et al., 2007).....	32
1.5.5 Considerações sobre os Trabalhos Relacionados	34
2. METODOLOGIA	36
3 O AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM NO DOMÍNIO DE COLETA SELETIVA E COMPOSTAGEM COM UM AGENTE PEDAGÓGICO	39
3.1 Estudo de Caso: Sistema de Coleta Seletiva e Compostagem	39
3.2 Modelagem das Expressões no Agente Dóris	41
3.3 Preparação da base de Conhecimento do Ambiente	55
3.4 Resultados da Validação do Ambiente pelo Método Clínico de Piaget	60
4 CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS	72
ANEXO A - Cenário ilustrativo do funcionamento do modelo OCC	76
ANEXO B – Regras para o Agente Instrucional (Tutor).....	78
ANEXO C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	82

ANEXO D - Questões sobre a separação de lixo, aplicadas aos sujeitos antes da capacitação	84
ANEXO E - Questões para a entrevistadora se basear antes da interação com o Ambiente Virtual de Aprendizagem, seguindo o método clínico de Piaget	85
ANEXO F - Questões para a entrevistadora se basear, após a interação com o Ambiente Virtual de Aprendizagem, seguindo o método clínico de Piaget	86
ANEXO G – Artigo apresentado no XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção..	87
ANEXO H – Artigo apresentado no XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação ...	100
ANEXO I – Artigo apresentado no III WAvalia –Workshop sobre Avaliação e Acompanhamento da Aprendizagem em Ambientes Virtuais, no âmbito do SBIE 2010	110

INTRODUÇÃO

Visando o contínuo processo de expansão e globalização, as organizações requerem inovação em seus segmentos, pois, com o mercado se tornando cada vez mais especializado, a preocupação em qualificar profissionais tem sido grande entre as organizações. Cada vez mais pessoas são submetidas a treinamentos, cursos e especializações com o objetivo de agregar mais valor à organização.

Segundo Moraes (1996, p.14), "uma das afirmações mais comuns hoje em dia é que o mundo está vivendo um processo de grandes transformações - profundas e aceleradas, onde tudo se modifica a cada dia".

Desta forma, busca-se otimização de tempo e recursos, mas mantendo resultados eficientes e de qualidade. Uma realidade frequente nas organizações hoje é o oferecimento de cursos de atualização e outras finalidades a seus funcionários, mas reuni-los em um tempo e período determinado pode tornar-se uma tarefa difícil, causando o não comparecimento e/ou empenho de muitos nos cursos oferecidos. Os fatores disto podem ser: alguma tarefa prioritária a ser desenvolvida no momento; a não possibilidade de estar presente no horário do curso, entre outros.

Neste intuito, essa pesquisa foca seu estudo em ambientes virtuais de aprendizagem, voltados à capacitação nas organizações, compostos por agentes inteligentes com expressões emocionais, a fim de oferecer maior motivação e entusiasmo nos processos de aprendizagem e proporcionando atividades desafiadoras.

Assim, pode-se citar como hipótese dessa pesquisa as possíveis contribuições do uso de um ambiente virtual de aprendizagem, com a atuação de um agente pedagógico com emoções, como auxílio na interação entre usuários e ambiente, e também na aprendizagem.

O problema que advém da hipótese descrita anteriormente pode ser formulado da seguinte forma:

O uso de ambientes virtuais de aprendizagem, com a atuação de agentes pedagógicos emocionais, gera um impacto satisfatório no desempenho dos usuários em capacitação nas organizações?

Como vantagens desse estudo, podem-se citar:

- O fortalecimento de projetos entre Universidade (através do Mestrado) e Organização por meio do uso de um ambiente virtual como solução de auxílio às atividades de capacitação e/ou treinamento.
- A otimização de tempo e recursos utilizados para capacitações nas organizações.
- O aumento da motivação e aprendizado dos funcionários nos programas de capacitação oferecidos pela organização.
- O aumento da qualificação dos profissionais através de novos conhecimentos adquiridos pela metodologia utilizada pelo ambiente virtual.

Em termos gerais, o objetivo desse estudo foi desenvolver uma prática pedagógica para capacitação nas organizações com o uso de um ambiente virtual de aprendizagem com agentes pedagógicos, propondo expressões emocionais nos agentes, visando qualidade da aprendizagem via Educação a Distância (EAD).

Para atingir esta finalidade, o estabelecimento de objetivos específicos se fez necessário, como forma de organização do estudo.

Assim, como objetivos específicos, considerou-se:

- Estudar e modelar expressões emocionais e afetividade em agentes pedagógicos.
- Modelar a base de conhecimentos do ambiente virtual de aprendizagem para capacitação nas organizações no domínio da reciclagem e compostagem.
- Validar a proposta de um ambiente virtual de capacitação na realidade de uma organização.

O texto está organizado da seguinte maneira: o capítulo 1 faz uma descrição da importância do EAD nas empresas, destacando a utilização dos ambientes virtuais de

aprendizagem, suas vantagens e características, a importância do uso de emoções nos agentes pedagógicos, o método clínico de Piaget e por fim, apresenta trabalhos já realizados neste contexto; o capítulo 2 aborda o método de pesquisa a ser utilizado para o estudo de caso justificando os objetivos do projeto; o capítulo 3 apresenta uma descrição inicial sobre o domínio escolhido para o estudo de caso, a modelagem das expressões do agente Dóris, a preparação da base de conhecimento do ambiente e os resultados da validação do ambiente pelo método clínico de Piaget; por fim, são apresentadas as considerações do trabalho.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem por objetivo descrever os conceitos relacionados ao estudo proposto, entre eles: Educação a Distância (EAD) nas organizações, Ambientes Virtuais de Aprendizagem com Agentes Pedagógicos, Expressões Emocionais em Agentes Pedagógicos, Método Clínico de Piaget e Trabalhos Relacionados.

1.1 Educação a Distância nas Organizações

Há alguns anos, o processo de aprendizagem deixou de ser uma preocupação exclusiva do âmbito acadêmico e passou a integrar a agenda das organizações. Estas são grandes equipes, indivíduos que aprimoram, constantemente, sua capacidade de criar, e a verdadeira aprendizagem, como cita Senge (1990, p.22), “está intimamente relacionada com o que significa ser humano”. Dessa forma, grandes equipes são organizações que aprendem a desenvolver novas habilidades e capacidades, que levam a novas percepções e sensibilidades que, por sua vez, revolucionam crenças e opiniões.

Como processo de incentivar ainda mais a busca pelo conhecimento entre seus profissionais, as organizações contam com o suporte da EAD, tendo como diferencial a sua flexibilidade de tempo e espaço proporcionada (Bispo, 2004).

Assim como afirma Formiga (2003), esse processo “é a revalorização do capital humano como fator de produção, tratado agora como um conceito mais abrangente de capital intelectual da empresa”, pois compreendendo o capital intelectual como a soma do conhecimento de todas as pessoas que compõem uma empresa, as pessoas passam a constituir seu ativo mais importante, e a gerência do ativo intelectual tornou-se, atualmente, a tarefa mais importante da produção.

Segundo Dahlman (2002), economia do conhecimento é “aquela que estimula suas organizações e pessoas a adquirirem, criarem, disseminarem e usarem o conhecimento de modo mais eficiente para um maior desenvolvimento econômico e social”, que se dá através

da constatação do surgimento de uma nova dinâmica competitiva e de novas exigências dentro do cenário econômico mundial. Diante desse fato, “há uma necessidade de contínua reestruturação da produção e distribuição nos níveis global, nacional e empresarial, e condições necessárias para aumentar a eficiência e a flexibilidade da economia e sua capacidade de reestruturar-se, reagir a novos desafios, permitir o surgimento de novas organizações e aproveitar as novas oportunidades para garantir que os benefícios sejam compartilhados pela sociedade”.

Segundo as constatações de Litto e Formiga (2009), o treinamento se constituiu como um evento e não como rotina no cotidiano das organizações, e as metodologias utilizadas não contemplam a autonomia do treinamento no processo de aprendizagem.

É através da aprendizagem que as pessoas se aprimoram e aumentam sua capacidade de sucesso. No meio turbulento em que as organizações se encontram, a aprendizagem tem pelo menos dois papéis-chave: primeiro, permitir que as organizações rastreiem, filtrem, absorvam, processem, transformem e divulguem informações de uma maneira mais efetiva, permitindo uma mudança melhor e mais rápida; e, por segundo, permitir à organização aprimorar sua capacidade analítica sobre quais são as informações e conhecimentos relevantes para o seu sucesso, bem como quando, onde, como e porque mudar ou permanecer, pois como cita Senge (1990, p.12), “as melhores organizações do futuro serão aquelas que descobrirão como despertar o empenho e a capacidade de aprender das pessoas em *todos* os níveis da organização.”

Senge (1990) também descreve que muitas pessoas têm buscado tal abordagem como forma de desenvolvimento das suas organizações, no que acabam algumas vezes surpreendidas pela falta de ferramentas ou métodos práticos para atingirem este fim.

Por esta razão, observa-se a importância das capacitações em organizações, que hoje estão sendo buscadas via EAD, por muitas destas razões citadas anteriormente, em que não basta valorizar a economia do conhecimento, mas sim, saber o que fazer com ela. Como salienta Litto e Formiga (2009), melhorar o treinamento pressupõe aprimorar os mecanismos de avaliação de resultados e de retorno sobre o capital investido na formação de pessoal e, nesse aspecto, a tecnologia oferece inúmeros aparatos de controle e mensuração da

aprendizagem.

Além de romper com as distâncias espaço-temporais e viabilizar a recursividade, múltiplas interferências, conexões e trajetórias, não se restringe à disseminação de informações e tarefas inteiramente definidas *a priori*, pois conforme Almeida (2002), é importante destacar o potencial da EAD para a representação do pensamento do aprendiz e a comunicação de suas ideias, assim como para a produção individual e coletiva de conhecimentos.

E uma das formas de oferecer um ambiente à distância adequado para capacitação é com o uso dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, já que podem ser usados como ferramentas úteis na gestão e treinamento de recursos humanos, possibilitando agilidade, rapidez e uma sensível diminuição de custos, com rotinas de treinamento e reciclagem de pessoal.

1.2 Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Conforme Martins et al. (1999), o computador apresenta várias virtudes, entre elas a de possibilitar as diversas formas de relação, enriquecendo as experiências dos indivíduos, colaborando, portanto, em seu desenvolvimento e possibilitando também a construção do conhecimento pelo próprio sujeito, por meio de sua exploração autônoma e independente.

Assim, um AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) é constituído por uma infraestrutura tecnológica (interface gráfica, comunicação síncrona/assíncrona e outras funcionalidades) e por todas as relações (afetivas, cognitivas, simbólicas, entre outras) estabelecidas pelos sujeitos participantes, tendo como foco principal a aprendizagem (Behar, et al., 2007).

Como salienta Fernandes (2006), proporcionam a interatividade entre professor-aluno, aluno-aluno, estabelecida pelo computador, num processo colaborativo de aprendizagem mediada pelo professor, de forma a oferecer recursos (ferramentas) importantes para tal fim.

A figura 1 apresenta os elementos essenciais de um AVA. As ferramentas de controle e manutenção permitem levantar alguns indicadores como: relatórios, registro de atividades e frequência do usuário. As ferramentas de integração atendem as mais variadas necessidades de comunicação, informação e interação, tanto síncronas (*Chat*, Tutor *On-line*, ICQ interno), quanto assíncronas (Fórum, Lista de Discussão, Mural, Biblioteca Virtual), entre outros. E por fim, as ferramentas de edição de material didático possibilitam e facilitam a disponibilidade do material didático ao professor.

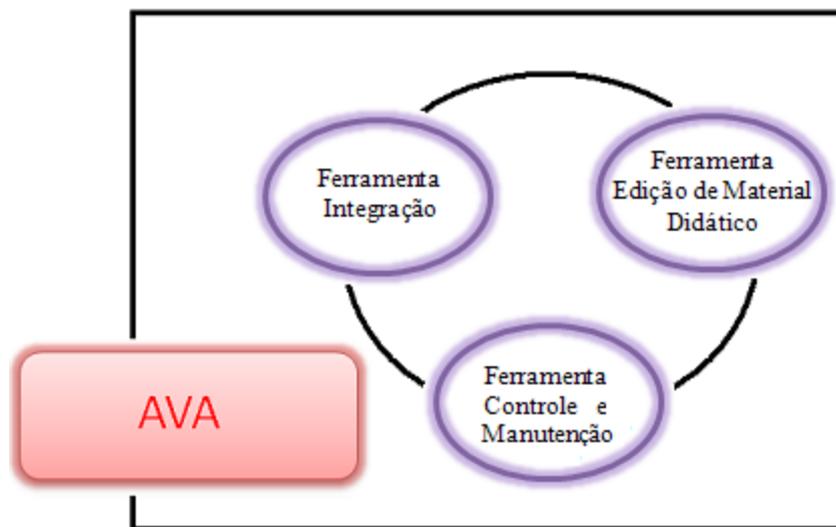


Figura1: Composição básica de um AVA
Fonte: adaptado de (Fernandes, 2006).

Por esta razão, pode-se dizer que um AVA vai além da ideia de um conjunto de páginas educacionais na *Web*, mas que é um ambiente virtual de aprendizagem onde o espaço social é constituído de interações cognitivo-sociais sobre ou em torno de um objeto de conhecimento, que pode ser considerado como o assunto ou tema de estudo.

A expressão “ambiente virtual de aprendizagem”, como nas palavras de Valentini e Soares (2008), está relacionada ao desenvolvimento de condições, estratégias e intervenções de aprendizagem num espaço virtual na *Web*, organizado de tal forma que propicie a construção de conceitos, por meio da interação entre alunos, professores e objeto de conhecimento.

Pois, conforme Vieira e Luciano (2002), os AVAs precisam oferecer situações para que os alunos registrem suas anotações, resoluções, dificuldades, perguntas, enfim definindo

sua caminhada na busca de novas ideias e descobertas, levando em conta o perfil do público alvo, que habilidades eles já têm, quais precisam desenvolver.

As ações do professor dentro dos AVAs podem acontecer no mesmo sentido que o próprio AVA deve agir, ou seja, estimular a construção no sentido pessoal e social do conhecimento pelas interações e intervenções quando for o caso, a fim de controlar, ou até avaliar o cronograma do conteúdo e atividades de aprendizagem.

Segundo Dalfovo; Vicenzi e Domingues (2005), os AVAs podem ser compreendidos por algumas de suas características, quais sejam:

- *Tempo*: refere-se ao tempo em que ocorre a atividade de aprendizagem.
- *Local*: refere-se à localização física para a atividade de aprendizagem.
- *Espaço*: refere-se ao conjunto de materiais e recursos disponíveis ao estudante.
- *Tecnologia*: refere-se ao conjunto de ferramentas utilizadas na distribuição de materiais para a aprendizagem e na facilidade de comunicação entre os participantes.
- *Interação*: refere-se ao grau de contato e de troca educacional entre estudantes e dos estudantes com os instrutores.
- *Controle*: refere-se a quanto o estudante pode controlar o andamento das atividades de aprendizagem.

Na evolução do desenvolvimento destes ambientes, o uso de Agentes Pedagógicos, que são agentes desenvolvidos para fins educacionais, com o objetivo auxiliar os estudantes no processo de ensino-aprendizagem, fornecendo uma melhor interação e dinamismo para os ambientes, ganhou destaque, como forma de auxílio e motivação aos usuários.

Giraffa (1999), explica que o termo agente pedagógico surgiu devido a muitos sistemas desenvolvidos para fins educacionais adotarem o paradigma de agentes. Pereira (2004), denomina agentes pedagógicos, quando estão ligados a um ambiente onde existe uma sociedade de agentes que compõem um sistema de ensino-aprendizagem.

Os agentes pedagógicos, segundo Frozza (2001), possuem algumas propriedades fundamentais de agentes inteligentes, como autonomia, capacidade social (interações e comunicação), e adaptabilidade ao ambiente. Além destas

propriedades, os agentes pedagógicos devem ser capazes de aprender, já que possuem estratégias de ensino a serem utilizadas e, na maioria dos casos, podem ser representados por um personagem.

Os agentes pedagógicos podem ser classificados como: tutores, mentores ou assistentes *web* (agentes que trabalham com aplicações na *Internet*), agentes que aprendem e agentes mistos (ensinam e aprendem). São responsáveis por acompanhar a interação do aluno com o sistema educacional e, desta forma, são capazes de guiar as ações do aluno para que este tenha um aprendizado eficiente (Giraffa, 1999). Como salienta Moran (1998), construir conhecimento significa compreender todas as dimensões da realidade, captando e expressando essa totalidade de forma ampla e integral.

1.3 Expressões Emocionais em Agentes Pedagógicos

Segundo Longhi (2007), a pesquisa em Inteligência Artificial aplicada na Educação tem se mostrado muito ativa. Os atuais processos de ensino e aprendizagem humana e o advento de novas tecnologias para implantação de salas de aula e mundos virtuais ensejaram uma nova interação social mediada por computadores. Disto deriva uma nova abordagem para os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), que considera as relações emocionais.

Segundo o dicionário Aurélio Wilkens (2008), emoção é o ato de mover (moralmente), uma perturbação ou variação do espírito advinda de situações e que se manifesta como alegria, tristeza, entre outras. Também podendo ser um abalo moral, comoção, ou ainda, uma reação intensa e breve do organismo a um lance inesperado, a qual se acompanha de um estado afetivo de conotação penosa ou agradável.

Mas de acordo com Berch (2001), a emoção na computação implica em diferentes aspectos nos sistemas, desde o controle até a personalização de interfaces, da simulação de sistemas com emoções à representação de emoções, do estudo das emoções através de sistemas até pesquisas que envolvem emoções nas interações Homem-Máquina, que nos leva ao conceito de agentes emocionais, ou seja, agentes inteligentes que possuem características de afetividade, sem perder a capacidade de realizar raciocínios puramente intelectuais.

Características estas que levam ao conceito de Sistemas Afetivos, que são sistemas desenvolvidos com algumas das capacidades de reconhecer, expressar, possuir ou desenvolver emoções.

Como ressalta Gerald et al (2005), o papel das emoções tem sido examinado em estudos de processos de tomadas de decisão, julgamento moral e orientação em equipe. É o que estuda também Damásio, famoso pesquisador da Neurociência, que afirma que as emoções desempenham papel preponderante nas tomadas de decisões influenciando até mesmo de forma inconsciente.

Assim, vários sistemas educacionais têm buscado considerar as emoções do aluno/usuário através de inferência, bem como responder emocionalmente a ele, através da geração de emoção. A avaliação do processo de ensino e aprendizagem deve ir além dos objetivos relacionados ao conteúdo.

Neste contexto, Longhi (2007) considera que os termos: emoção, estados de humor/ânimo, motivação, sentimento, paixão, personalidade, temperamento e outros tantos estão relacionados à afetividade; já os termos: razão, raciocínio, percepção, memória, compreensão, atenção, juízo, pensamento, linguagem, bom-senso e inteligência estão relacionados à cognição. A definição de cada um deles ainda provoca confusão, já que as dimensões afetivas e cognitivas são estudadas em áreas de conhecimento diversas, e não em âmbito interdisciplinar.

Porém, Wilkens (2008) afirma que se tem um ganho significativo quando emoções são utilizadas para agentes animados de interface, aumentando assim a ilusão de vida, pois a simples presença de características humanas faz com que as pessoas apliquem regras sociais para computadores. Em alguns casos, os usuários ficam emocionalmente engajados tentando entender, controlar e prever o funcionamento do agente.

Agente este que segundo Alvares (1997), é uma entidade real ou virtual, imersa num ambiente sobre o qual é capaz de agir, que dispõe de uma capacidade de percepção e de representação parcial deste ambiente, que pode se comunicar com outros agentes, e que possui um comportamento autônomo, ou seja, que raciocina sobre o ambiente, sobre os outros agentes e decide racionalmente qual objetivo deve perseguir e quais ações tomar.

Um agente pedagógico emotivo, que mostra que se preocupa com o progresso do aluno, pode incentivar o aluno a dar mais atenção ao seu próprio progresso. Além disso, o uso das emoções possibilita transmitir motivação para o assunto a ser aprendido e, assim, promover o entusiasmo na aprendizagem (Elliot, 1999).

Picard (1997) ressalta que as emoções em um ambiente educacional dividem o aprendizado em quatro partes (quadrantes), conforme a figura 2. Também salienta que ao longo do tempo o aluno deve passar por todos os quadrantes para ter um aprendizado satisfatório, onde:

- O primeiro quadrante do modelo representa a emoção de satisfação e curiosidade do aluno, ou seja, o primeiro contato com um mundo novo e cheio de informações.
- O segundo quadrante representa o desapontamento e a confusão, ou seja, após o primeiro contato com um mundo desconhecido, o aluno tenta entendê-lo, mas não consegue.
- O terceiro quadrante é formado pela frustração e descarte de conceitos errados, ou seja, partindo-se destes momentos de frustração, os conceitos errados são desconstruídos.
- O último quadrante indica a necessidade de pesquisar, ou seja, as frustrações são superadas e há um recomeço pela busca de novos caminhos com esperança e entusiasmo.

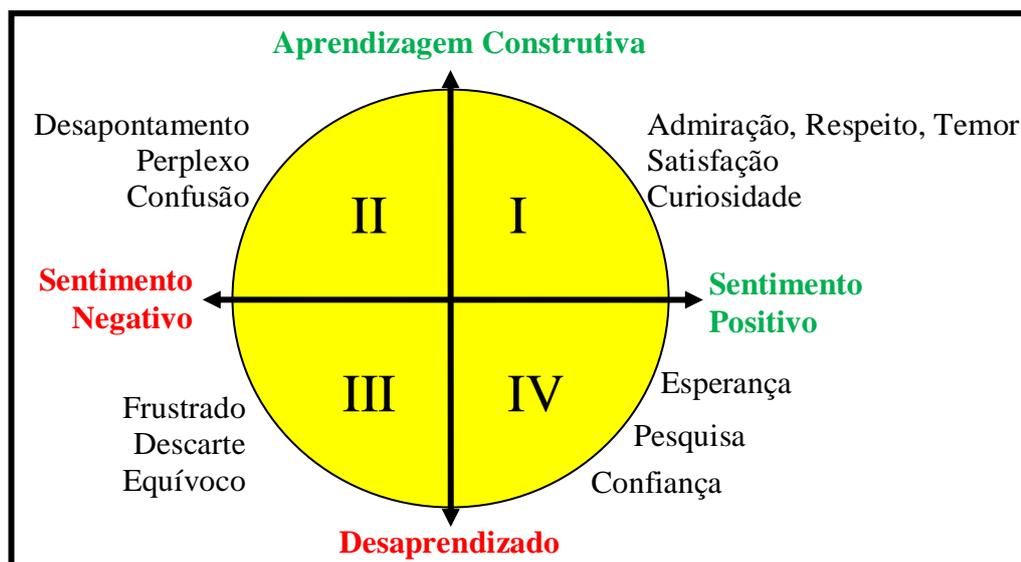


Figura 2 – Relativas fases de aprendizagem para as emoções
Fonte: Traduzida de (Picard, 1997)

Assim, Picard (1997), explica que este modelo ao ser acrescentado com uma linha de tempo torna-se uma espiral representando o estado do aluno em cada instante de tempo. Mesmo havendo momentos em que o aluno aprende mais do que em outros, todos são de grande importância para o processo como um todo.

Um dos modelos mais utilizado na Inteligência Artificial, por ser facilmente instanciado em computadores através de uma base de conhecimento, é conhecido como OCC, que foi desenvolvido em 1988 pelos autores que dão nome ao modelo (Andrew Ortony, Gerald Clore e Allen Collins) que, segundo Lino, Tedesco e Rousy (2006), se baseia na estrutura cognitiva das emoções. Este modelo é composto por 22 emoções que descrevem os processos cognitivos de avaliação que disparam uma emoção. As emoções são divididas em três categorias como apresentado no Anexo A, dependendo do estímulo: Eventos (objetivos ou conseqüências; por exemplo, medo), Agentes (o próprio ou outros; por exemplo, orgulho), Objetos (podem ser apreciados ou não; por exemplo, gostar).

O fato do modelo OCC especificar, segundo (Morgado, 2005), um conjunto concreto de critérios de apreciação passíveis de serem expressos sob a forma de regras formais, diretamente implementáveis em modelos computacionais, tornou-o um dos principais suportes de modelagem de emoções em agentes inteligentes a partir dos anos 90.

Assim, pode-se dizer que a entrada das informações externas e a percepção atuam como um filtro sofre influência de diversos fatores, como, por exemplo, das atitudes, da auto-estima, das normas sociais, da motivação, dos aspectos culturais e, claro, da emoção.

Por este motivo, busca-se representar os agentes pedagógicos como personagens animados, capazes de representar diferentes tipos de emoções como: felicidade, tristeza, surpresa, expectativa, e outros. Mas é necessário identificar qual é o comportamento mais adequado para promover uma ação positiva no aluno, a fim de proporcionar uma melhor aprendizagem.

De acordo com Elliot (1999), um agente pedagógico, que cuida sobre o progresso do aluno, pode fazer o aluno acreditar que eles estão juntos e assim incentivá-lo a prestar mais atenção no seu próprio progresso. No entanto, um agente pedagógico animado que é sensível

com o aluno pode interceder quando o aluno mostra-se decepcionado ou perde o interesse, dando-lhe incentivo e apoio.

Picard (1997), explica que a Computação Afetiva é a área da computação que está relacionada com os aspectos que influenciam as emoções e este campo da Inteligência Artificial está dividido em dois ramos, como ilustra a figura 3: um em que são estudados mecanismos para reconhecimento de emoções em máquina através da interação homem-computador e, outro, em que é feita a síntese de emoções através da simulação de emoções em máquina, a fim de descobrir mais sobre as emoções humanas.

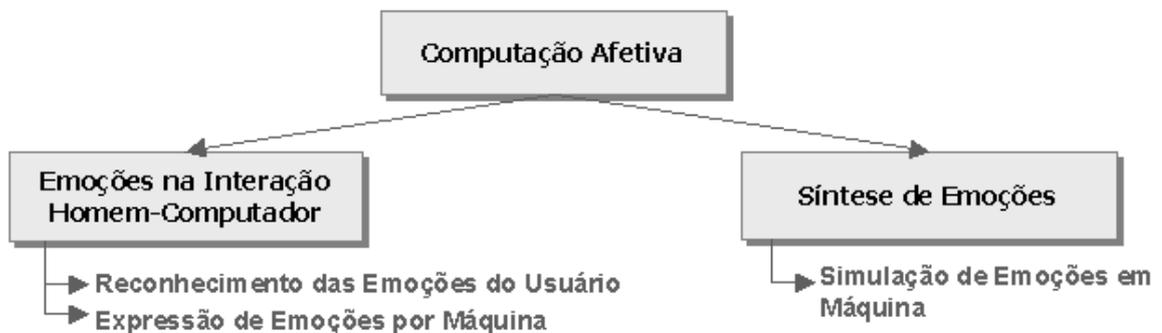


Figura 3 – Ramos da computação afetiva
Fonte: Jaques e Vicari, 2005

Assim, como demonstra a figura 3, Jaques e Vicari (2005) ainda explicam que o estudo do reconhecimento de emoções humanas e da expressão de emoções por máquinas é comumente usado na área de Informática na Educação, estudando o reconhecimento das emoções do aluno e expressando emoções através de agentes.

Para compreender melhor a afetividade, Longhi et al (2007) explica que a afetividade é um termo utilizado para identificar um conjunto de fenômenos psíquicos que inclui as primeiras manifestações afetivas basicamente orgânicas, bem como suas manifestações relacionadas ao social, ou seja, é todo o domínio das emoções propriamente ditas, dos sentimentos das emoções, das experiências sensíveis e, principalmente, da capacidade em se poder entrar em contato com sensações.

Desta maneira, pode-se dizer que a emoção surge a partir das experiências vividas pelo ser humano e dos objetos de seu pensamento, e pode ser caracterizada por reações expressivas, como sorrisos, cenho franzido, dentes trincados; por reações fisiológicas, como aumento dos batimentos cardíacos, produção de lágrimas, calores e vermelhidão no rosto; por

comportamentos instrumentais, como correr, juntar as mãos; por comportamentos instrumentais situacionais, como digitar com força desmesurada uma tecla, gritar um improperio qualquer; por cognições, como pensamento de injustiça para si ou para outros, sensação de impotência frente a problemas; e por sentimentos que integram os fenômenos fisiológicos e cognitivos, como a tristeza (sensação de um aperto no peito, lágrimas nos olhos e a lembrança do evento que gerou tais sensações), como explica Berch (2001).

1.4 Método Clínico de Piaget

Para Piaget (1971), o conhecimento resulta de interações que se produzem a meio caminho entre o sujeito e o objeto, mas que, apesar de depender dos dois ao mesmo tempo, é decorrente de uma não diferenciação completa entre o subjetivo e o objetivo e, portanto, não de intercâmbios entre formas distintas.

Assim, o método clínico de Piaget serve de fundamentação científica para o projeto, pois sugere o que o examinador deve sempre fazer antes do exame, o que deve procurar fazer durante o exame e o método de avaliação das respostas. Tentando aprender a sequência dos pensamentos do sujeito, ao invés de contabilizar o número de respostas pré-determinadas como corretas, sistema comum dos testes já existentes.

Piaget (2005) fixou-se na análise das justificativas que os sujeitos davam ao responder suas indagações, iniciando o seu método clínico, que passou por várias etapas até chegar a sua forma final, que consiste num diálogo com o sujeito, de forma sistemática, de acordo com o que ele vai respondendo ou fazendo.

O Método consiste em questionar a criança sobre tudo aquilo que a cerca. A hipótese consiste em admitir que o modo como a criança inventa a solução revela algo de suas atitudes de espírito espontâneas. Para que esse Método produza algum resultado, é preciso regulá-lo naturalmente por meio de um controle rigoroso, tanto no que se refere ao modo de fazer as perguntas à criança como no que diz respeito à interpretação das respostas. (PIAGET, 2005, p.18).

O método clínico é, então, um procedimento de entrevistas com sujeitos, coletando e analisando os dados. Acompanha-se o pensamento do sujeito, com intervenção sistemática, elaborando sempre novas perguntas a partir das respostas do mesmo, e avaliando a qualidade e abrangência destas respostas, como também a segurança que o sujeito tem sobre as suas respostas diante das contra-argumentações.

Apesar de toda a flexibilidade do método clínico, Carraher (1989) explica em seu livro que o exame de qualquer aspecto da inteligência não é feito de modo totalmente livre. Ele é sempre orientado pelo conhecimento tanto da solução do problema específico, que constitui o objeto de exame, como dos estágios no desenvolvimento da inteligência.

Ou seja, o examinador deve compreender bem o conceito do objeto de estudo, para definir o âmbito das perguntas que são colocadas para o sujeito. Neste estágio, as questões servem para a verificação da compreensão do sujeito quanto a sua tarefa; ou na determinação do estágio de desenvolvimento.

Um exemplo deste estágio pode ser observado nos estudos de Borin (2009), que utilizou o método clínico de Piaget para analisar o contexto de estudo dos sujeitos antes e após a utilização de um ambiente virtual de aprendizagem no domínio de Geografia. Nesta análise, alguns sujeitos foram entrevistados, iniciando-se com a seguinte pergunta: De que maneira você estuda?

O primeiro sujeito responde: *“No computador e nos livros”*; então, interrogo-o novamente: *Como você estuda no computador? E ele responde: “Pesquisei o conteúdo no Google e vou lendo tudo”*; Por que você estuda? *“Para aprender e conseguir um trabalho”*.

O segundo sujeito responde: *“Pego meus cadernos e vou revisando sozinho com música a toda ligada; Tento memorizar o conteúdo”*; E depois de alguns dias você ainda lembra? *“Depois eu esqueço”*; Mas por que você estuda então? *“Para tirar nota alta na escola e passar de ano”*. E no computador você vai estudar? *“Às vezes, procuro os sites que têm nos livros; às vezes leio e faço um resumo e outras vezes só copio”*.

Pode-se observar nestes diálogos que o examinador conduz as perguntas conforme as respostas, mesmo em curto tempo, pois, segundo o método clínico-crítico de Piaget, algumas

características se apresentam como perguntas que levam à exploração, fazendo aflorar novas questões que serão justificadas de forma centrada no sujeito, como nos diálogos registrados por Borin (2009).

Outro passo importante, que o examinador deve procurar durante o exame, é acompanhar o raciocínio do sujeito, estando atento ao que o sujeito diz ou faz, sem corrigir automaticamente as respostas dadas pelo sujeito e sem completar o que o sujeito diz.

Ao contrário do sistema de avaliação das respostas numa abordagem psicométrica, na qual Almeida (1994) explica que a inteligência é defendida como uma entidade simples ou complexa de fatores, que está mais interessada em quanto se é inteligente, ou seja, os testes baseiam-se mais em resultados quantitativos; Carraher (1989) salienta que a avaliação no método clínico-piagetiano não se faz por uma contagem de acertos e erros, mas sim na análise das respostas encontrando uma explicação que englobe todas as respostas dadas pelo sujeito, certas ou erradas.

Após as perguntas descritas anteriormente, os sujeitos utilizaram o ambiente virtual de aprendizagem, sendo observados pelo examinador. Em seguida, novas questões foram feitas (Borin, 2009):

Você gostou de estudar no computador? E o sujeito responde: “Sim, adorei”; Já tinha estudado antes assim? “Não”; Mas como você estudava antes? “Nos livros”; Só nos livros? “Às vezes no Google também”; Mas é igual estudar no Google e no ambiente onde estudou hoje?; “Não, assim é melhor”; Por quê? “É mais fácil de achar o que a gente quer porque tem os assuntos já conhecidos”.

Neste estudo, o problema levantado, indagando a forma em que a aprendizagem dos sujeitos e o aumento do seu desempenho podem ser influenciados pelo uso do ambiente virtual de aprendizagem com a utilização de agentes pedagógicos, foi tratado no momento em que se adotou como critério de avaliação o método clínico de Piaget, que permitiu analisar o contexto de estudo do aluno antes e após a utilização do ambiente virtual de aprendizagem.

Assim, pode-se observar que o exame clínico participa no sentido em que o clínico formula problemas, elabora hipóteses, promove variações nas condições envolvidas e, por

fim, controla cada uma de suas hipóteses no contato com as reações provocadas pela conversa.

1.5 Trabalhos Relacionados

Nesta seção, apresentam-se alguns trabalhos relacionados ao tema de pesquisa abordado. O objetivo foi levantar características e funcionalidades de alguns agentes pedagógicos já desenvolvidos que apresentam expressões visuais.

1.5.1 Agente Bernardo (Deters et al., 2006)

O agente pedagógico denominado Bernardo está inserido em um Sistema Tutor Inteligente (STI) de Neurofisiologia.

O Sistema Tutor de Neurofisiologia é um *software* desenvolvido para estudantes de medicina ou áreas afins, com o objetivo de auxiliar no processo de ensino e aprendizado dos conteúdos relacionados à Fisiologia. (Deters et al., 2006).

O Agente Bernardo, como explica Deters et al. (2006), foi idealizado tendo como base os seguintes objetivos visuais: passar a imagem de um pesquisador; ter características físicas semelhantes às características dos brasileiros; ser simpático e prender a atenção do usuário; usar roupas alegres e jovens. Também foram utilizados traços arredondados, semelhantes aos de *cartoon*, dando ao agente uma fisionomia jovial. O contorno dos membros reafirma essa proposta, juntamente com o uso de cores vivas em suas vestimentas, que são trocadas de acordo com a situação, como pode ser visualizado na figura 4.



Figura 4 – Características Visuais do Agente Bernardo
Fonte: (Deters et al., 2006)

O agente se utiliza de expressões faciais (alegria, tristeza, desapontamento), dicas, mensagens de alerta e motivação.

O agente pedagógico apresenta alternativas ao aluno com intuito de reforçar o estudo dos conteúdos, em caso de desempenho baixo do aluno na auto-avaliação. Se o aluno não tiver acessado o conteúdo correspondente a um tópico, a primeira estratégia do agente é encaminhá-lo para a leitura dos conteúdos, entre outras táticas.

1.5.2 Agente PAT (Jaques; Vicari, 2005)

O trabalho de (Jaques; Vicari, 2005), apresenta um agente pedagógico animado, chamado *PAT (Pedagogical and Affective Tutor)*, que possui o objetivo de fornecer suporte emocional ao aluno: motivando-o e encorajando-o, fazendo-o acreditar em suas próprias habilidades e promovendo um estado de espírito mais positivo no aluno que, de acordo com psicólogos e pedagogos, é melhor para o seu aprendizado.

Suas táticas afetivas são expressas através de comportamentos emotivos e mensagens de encorajamento do personagem animado. Para escolher as táticas afetivas adequadas, o agente possui um sensor (*software*) capaz de identificar e armazenar as emoções do estudante, criando um modelo afetivo que irá compor o módulo de percepção. Este infere as emoções do estudante pelo seu comportamento observável, ou seja, pelas ações do mesmo na interface do sistema.

Sua aparência é feminina, utiliza óculos, *jeans* e blusa, como pode ser visualizado na figura 5.



Figura 5: Agente pedagógico PAT
Fonte: (Jaques; Vicari, 2005)

O agente proposto infere as seguintes emoções: alegria/tristeza, satisfação/frustração, raiva/gratidão e vergonha. Estas emoções são expressas de acordo com os eventos ocorridos. Por exemplo, quando o estudante erra um exercício, desiste da realização de uma tarefa ou não realiza a atividade, a PAT fica triste e frustrada; quando acerta o exercício ou finaliza a tarefa, demonstra alegria e satisfação; após a habilitação do agente, se o estudante aceitar sua ajuda ou se a ajuda for adequada, ela fica grata; já ao desabilitar o agente, se a ajuda não foi adequada ou se o estudante não aceitar sua ajuda, deverá expressar raiva. Ela ainda é capaz de expressar vergonha, quando o estudante causar alguns eventos, tais como sensação de desconforto ao não conseguir realizar uma atividade sozinho.

1.5.3 Agente CAL (Silva; Bernardi, 2009)

Este agente, denominado CAL, de (Silva e Bernardi, 2009), foi desenvolvido com o objetivo auxiliar o aluno tanto na utilização do objeto de aprendizagem “A Regra de Três no Dia-a-Dia” de forma afetiva, quanto na absorção do conteúdo pedagógico. Também tem a função de fornecer explicações de tarefas a serem realizadas em cada interface através do botão “Ajuda”, e quando o botão “Dica” é acionado, o agente proporciona dicas referentes à regra de três.

O agente CAL possui características especiais, tais como: “CAL exibe um repertório de comportamentos (verbal e físico) amplo e diversificado que cobre todos os eventos do

objeto de aprendizagem; CAL possui, ainda, diferentes maneiras de executar um mesmo comportamento, como, por exemplo, na atividade “Desafio”, quando o estudante tem um desempenho ruim, o agente CAL tem à disposição quatro frases e três comportamentos físicos diferentes para motivar o estudante, sendo que dessa combinação se originam doze possibilidades diferentes de interação; e CAL foi desenvolvido com cores neutras e mantém um comportamento padrão (piscar de olhos, movimentação de sobrancelhas, nariz e boca), de modo a transmitir a ilusão de vida sem distrair o estudante” (Silva e Bernardi, 2009).

Sua aparência é em forma de calculadora, como pode ser visualizado na figura 6, pois este se encontra inserido em um ambiente de aprendizagem de matemática. Ele atrai a atenção do estudante através de um comportamento físico e verbal.

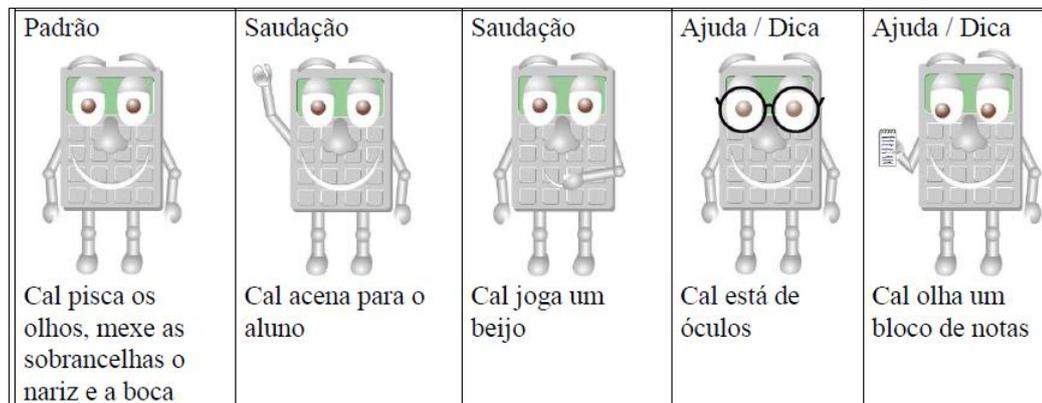


Figura 6: Algumas expressões do agente pedagógico CAL
Fonte: (Silva; Bernardi, 2009)

O comportamento verbal é expresso através de frases, totalizando 72 (setenta e duas) falas classificado em diversos tipos, tais como: apresentação, aula, resolução, ambientação, *feedback*, congratulação, motivação, incentivo, ajuda, dica, triste-por-não-ajudar, feliz-por-ajudar e ocioso. Também possui 8 (oito) tipos de comportamentos físicos, são eles: padrão, saudação, congratulação, triste, feliz, ocioso, ajuda/dica e motivação, sendo que destes, alguns comportamentos possuem animações diferentes.

O trabalho considerou seis emoções (satisfação, frustração, alegria, tristeza, raiva e gratidão). Com base nas emoções detectadas, aplicam-se as regras de condição-ação que geram o comportamento verbal e/ou físico que deve ser realizado pela interface do agente. Seu público alvo são alunos da sexta série do ensino fundamental.

As emoções são demonstradas de acordo com o objetivo do estudante. A alegria e tristeza aparecem a partir da desejabilidade e indesejabilidade, respectivamente, de um evento. A satisfação e frustração são percebidas quando existe uma expectativa em relação à realização de um evento desejável. A gratidão e a raiva são visualizadas através da avaliação das ações de terceiros, no caso, as ações de CAL em relação à interferência na realização do objetivo do estudante.

1.5.4 Agente Dóris (Frezza et al., 2007)

O agente Dóris está inserido em um ambiente virtual de aprendizagem desenvolvido por pesquisadores da Universidade de Santa Cruz do Sul. Tem o objetivo auxiliar e motivar o aluno em sua aprendizagem, e também personalizar o conteúdo, quanto à forma de apresentação, para os diferentes perfis de usuários.

A arquitetura da Dóris reflete os seguintes módulos: perceptivo, cognitivo e reativo. Também, possui uma base de conhecimento interna sobre as táticas de ensino disponíveis no ambiente em relação a um material instrucional.

O módulo perceptivo é o responsável pela extração e armazenamento das informações referentes à interação do estudante com o sistema. É através dele que é realizada a tarefa de monitoração das ações do estudante. Este módulo verifica, entre outros fatores:

- A hora de início e término da interação entre estudante e sistema; páginas visitadas pelo estudante e tempo de permanência em cada uma destas páginas.
- As dificuldades encontradas pelo estudante na realização da aula; opinião do estudante em relação aos elementos utilizados na preparação da aula (se o estudante gostou ou não).
- As preferências do estudante em relação ao conjunto de elementos a serem aplicados em aulas posteriores.
- As dúvidas encontradas pelo estudante no decorrer da aula.

O módulo cognitivo é o responsável por realizar as inferências sobre a base de conhecimento, determinando quais as ações devem ser executadas pelo agente, a partir de suas percepções. É através deste módulo que é feita a escolha das mensagens que serão emitidas pelo agente na sua interação com o estudante.

O módulo cognitivo entra em ação nas seguintes situações, por exemplo:

- Seleção de mensagens a serem enviadas ao estudante em momentos esporádicos, tais como dicas e lembretes.
- Seleção de perguntas para verificar se o estudante está com dificuldades ou não.
- Seleção de perguntas para verificar se o estudante está gostando ou não da interação e dos elementos usados na exposição da aula.
- Seleção de respostas do agente às respostas do estudante.
- Seleção de mensagens a serem enviadas ao estudante quando este deixa de visitar uma página.
- Seleção das mensagens a serem enviadas ao estudante quando o agente for ativado ou desativado, tais como mensagens de boas vindas e de despedida.

O módulo reativo é o responsável por executar as ações indicadas pelo módulo cognitivo. Ainda, estabelece a interface do agente com o estudante. É por meio deste módulo que são efetivamente apresentadas as mensagens dos agentes aos estudantes.

A Dóris ainda possui um módulo de tomada de decisão, que é responsável por analisar as características do estudante e relacioná-las com as táticas de ensino a serem utilizadas para a apresentação do material instrucional. Tem sua ativação através de regras de produção, na qual as condições são as características dos estudantes e as ações são as táticas de ensino.

O agente possui uma modelagem em 3D e apresenta as seguintes expressões: Alegria, tristeza, dúvida, atenção, surpresa, indignação e expectativa. Estas expressões foram baseadas em algumas teorias como a descrita no Livro O Corpo Fala (Weil;Tompakow, 2008), a teoria de Ekman (1999) e o modelo OCC (Picard, 1997). A Dóris com expressão de emoções será apresentada no capítulo 3, seção 3.2.

1.5.5 Considerações sobre os Trabalhos Relacionados

Pode-se notar que o agente Dóris apresenta algumas expressões iguais as dos outros agentes descritos anteriormente, e outras bem diferentes, como pode ser observado na tabela 1. Outra diferença deste agente em relação aos outros, é que não segue somente uma teoria para a modelagem das expressões, mas busca o que há de melhor nas teorias e modelos mais utilizados.

Sua aparência é feminina modelada em 3D, diferente dos outros agentes mencionados na tabela1, deixando-a com um aspecto mais real, sendo que terá maior identificação com o seu público, os estudantes.

Tabela 1. Comparação entre os agentes estudados.

<i>Agente</i>	<i>Expressões</i>	<i>Modelo/teoria seguida</i>	<i>Aparência</i>	<i>Público Alvo</i>	<i>Modelagem em 3D</i>
Bernardo	Alegria, Tristeza, Desapontamento	Não identificado	Masculino	Estudantes da área da saúde	Não
PAT	Alegria, Tristeza, Satisfação, Frustração, Raiva, Gratidão, Vergonha	Modelo OCC	Feminina	Estudantes	Não
CAL	Satisfação, Frustração, Tristeza, Alegria, Raiva, Gratidão	Modelo OCC	Calculadora	Alunos da 6ª série	Não
Dóris	Alegria, Tristeza, Expectativa, Indignação, Surpresa, Atenção e Dúvida	Modelo OCC, Teoria de Ekman, Livro “O corpo Fala”	Feminina	Estudantes	Sim

Fonte: Do autor.

Através dos estudos realizados, nota-se que quando se utiliza uma nova metodologia de ensino através de EAD com agentes inteligentes, se tem a possibilidade de um grande ganho na aprendizagem, ainda mais quando estes agentes expressam emoções, intervindo, muitas vezes, na tomada de decisão do usuário.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho refere-se a uma pesquisa exploratória e experimental. Segundo Gil (2002), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema e um maior conhecimento para o pesquisador acerca do assunto, a fim de que esse possa formular problemas mais precisos ou criar hipóteses que possam ser pesquisadas por estudos posteriores. E a pesquisa experimental, quando se determina um objeto de estudo, define as formas de controle e de observação dos efeitos produzidos pela pesquisa.

Assim como a história da humanidade mostra que as transformações da economia e da sociedade sempre atuaram como fatores propulsores de inovação, em todas as áreas do conhecimento verifica-se que uma parte dessas transformações é a busca da valorização do homem, através da qualidade de vida e no trabalho.

Nesse contexto, as tecnologias podem ser vistas como um componente para unir forças dentro das organizações, facilitando entre outros, informações e conhecimento, já que, segundo Drucker (1999; p.83), a “informação tornou-se o princípio organizador da produção”.

Portanto, justifica-se a importância da elaboração de uma prática pedagógica para capacitação empresarial através de um ambiente virtual de aprendizagem, que possa se adequar ao perfil de cada usuário da empresa, motivando-o a cada expressão demonstrada pelo agente pedagógico na sua interação com o sistema.

Para realização da pesquisa proposta, foi necessária a definição de uma metodologia de trabalho, como pode ser observada na figura 7, envolvendo as seguintes etapas, na sequência apresentada:

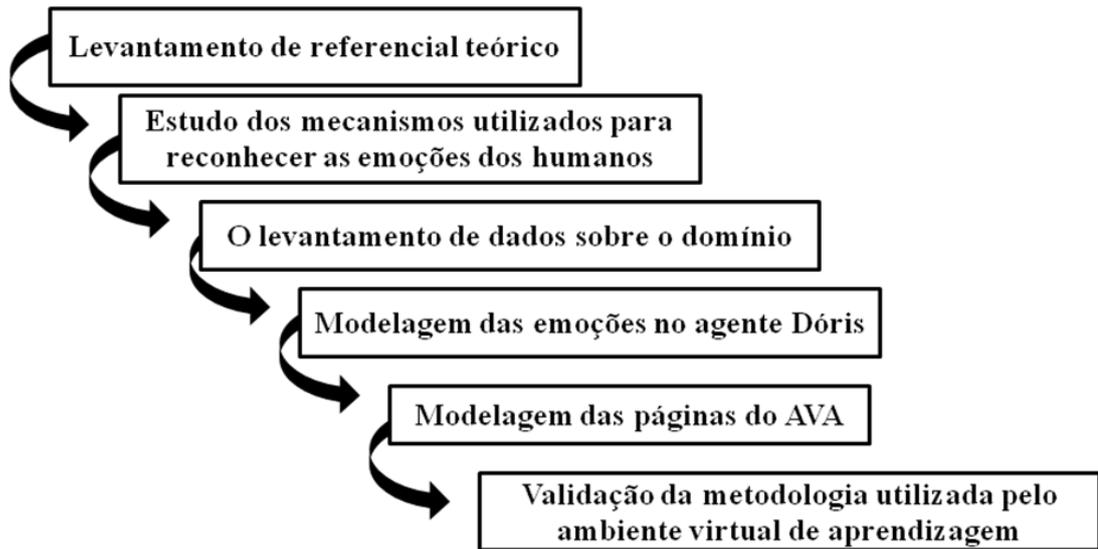


Figura 7 – Metodologia de trabalho seguida
 Fonte: Elaborada pelo Autor

- Estudo dos assuntos relacionados ao trabalho: foi feito o levantamento de referencial teórico, a fim de expandir a pesquisa realizada, fundamentando a importância e as contribuições que as pesquisas nesta área proporcionam para novas ideias de aprimoramento e melhorias científicas e práticas.
- Estudo dos mecanismos utilizados para reconhecer as emoções dos humanos: neste caso, também foram realizadas conversas com pesquisadores que atuam diretamente nesta área (pesquisadores de Informática na Educação e de Psicologia), além de referencial teórico. Trabalhos já desenvolvidos foram analisados para auxiliar na proposta desenvolvida.
- Realização de levantamento de dados sobre o domínio que foi abordado como estudo de caso nesta pesquisa: o levantamento de dados sobre o domínio (apresentado no capítulo 3 desta proposta) foi realizado dentro da Universidade de Santa Cruz do Sul, que atua há algum tempo nesta área.
- Modelagem das emoções no agente Dóris agregou-se o modelo de emoções como metodologia para melhorar o processo de interação individualizada do ambiente com os usuários.
- Modelagem das páginas do ambiente virtual de aprendizagem para capacitação no estudo de caso escolhido: criação da estrutura de páginas *Web* sobre o domínio abordado e sua inclusão na base de conhecimento do ambiente já desenvolvido pelo grupo de pesquisa do Departamento de Informática da UNISC (Frezza et al., 2007).

- Validação da metodologia utilizada pelo ambiente virtual de aprendizagem: foi realizada a interação prática dos usuários com o ambiente virtual de aprendizagem, monitorando as ações do agente com emoções e como isto refletiu no aprendizado e na interação com os diferentes usuários. Utilizou-se o método Clínico de Piaget como ferramenta de avaliação.

Pretendeu-se, com esta metodologia, alcançar os objetivos referentes à proposta deste trabalho, reunindo as tecnologias computacionais e de educação para adequar e propor melhorias em programas de capacitação em organizações para diferentes domínios.

3 O AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM NO DOMÍNIO DE COLETA SELETIVA E COMPOSTAGEM COM UM AGENTE PEDAGÓGICO EMOCIONAL

Este capítulo descreve uma prática pedagógica para capacitação, utilizando um ambiente virtual de aprendizagem com o agente Dóris, no domínio de coleta seletiva e compostagem.

3.1 Estudo de Caso: Sistema de coleta Seletiva e Compostagem

Esta seção descreve o domínio escolhido para a realização da validação referente à proposta de uso de ambientes virtuais de aprendizagem com um agente pedagógico emocional para capacitação. O domínio refere-se à coleta seletiva e compostagem, sendo realizadas na UNISC (Universidade de Santa Cruz do Sul – www.unisc.br).

Conforme Kipper (2008), por meio da parceria entre o Núcleo de Pesquisa e Extensão em Gerenciamento de Recursos Hídricos, Coordenação do Campus e o Grupo de Pesquisa em Reciclagem de Plásticos, foi desenvolvido o Projeto da Coleta Seletiva e Sistema de Compostagem no *campus* da UNISC na cidade de Santa Cruz do Sul. O projeto iniciou em 2002 e tem por objetivo a destinação correta e separação dos resíduos gerados na universidade, conforme a Resolução 275/2001 do CONAMA.

Este projeto obedece três elos da coleta seletiva: educação ambiental, logística e destinação. Assim, o processo de implantação da coleta seletiva dentro do *campus* da UNISC começou com a análise do mercado reciclador para os resíduos gerados. Após este processo, abordou-se a logística, ou seja, o planejamento do fluxo dos resíduos dentro e fora da universidade. Porém, estas ações não seriam eficientes se não fossem as atividades de educação ambiental promovidas pelo projeto. A manutenção do projeto é realizada constantemente, verificando-se os três elos.

Em 2005, foi adicionado ao projeto o sistema de compostagem do *campus*, onde através de um processo biológico de decomposição, os resíduos orgânicos se transformam em um composto que é utilizado como condicionador do solo nos jardins da universidade,

melhorando as propriedades do solo. O Projeto da Coleta Seletiva e Sistema de Compostagem proporciona um destino correto aos materiais, evitando que estes sejam encaminhados ao aterro sanitário, aumentando sua vida útil.

Além das atividades que vêm sendo desenvolvidas desde 2002, um diferencial do ano de 2007 foram as atividades de educação ambiental que ocorreram no *campus* da universidade visando à otimização do processo de separação dos resíduos. Neste sentido, ações de difusão das atividades realizadas foram priorizadas com o desenvolvimento um *link* na página da universidade, onde foram disponibilizadas informações a respeito do projeto, dicas e ainda experiências com redução, reutilização e reciclagem.

Algumas capacitações presenciais (figura 8) foram realizadas com os funcionários responsáveis pelo recolhimento dos resíduos sólidos da universidade, tendo como objetivo auxiliar os mesmos, tirando dúvidas, atendendo às sugestões, qualificando, assim, a separação dos resíduos.



Figura 8 – Capacitação dos funcionários da UNISC
Fonte: (Kipper, 2008)

Portanto, realizar capacitações na educação ambiental proporciona uma visão mais ampla sobre a questão dos resíduos sólidos, bem como suas influências sobre o meio ambiente, viabilizando mudanças de hábitos, para o benefício de nosso planeta.

3.2 Modelagem das Expressões no Agente Dóris

A vertiginosa evolução e utilização das novas tecnologias da informação vêm provocando transformações nas concepções de Ciência e impulsionando as pessoas a conviverem com a ideia de aprendizagem vitalícia, sem fronteiras e sem pré-requisitos. Tudo isso implica em novas ideias de conhecimento, de ensino e de aprendizagem.

Assim, esta dissertação apresenta o desenvolvimento de um projeto que propõe modelar e desenvolver uma capacitação no domínio da coleta seletiva e compostagem em um Sistema Tutor Inteligente (STI), do projeto de pesquisa de um grupo de professores do departamento de Informática da UNISC (Frozza et al., 2007). É um ambiente computacional voltado à educação, com personalização do conteúdo, quanto à forma de apresentação, para os diferentes perfis de usuários (textual e imagético), e que utiliza agentes pedagógicos na interação com os usuários (agente tutor Dóris, que tem o papel de um professor, e agente companheiro Dimi, que age como um colega virtual do usuário).

Pode-se observar na figura 9 uma intervenção do agente *tutor*, neste caso, na disciplina de Geografia, a partir de uma ação realizada pelo aluno no ambiente. O agente *tutor* faz questionamentos ao aluno, sugere materiais complementares, revisão do conteúdo, apresenta dicas, entre outros.



Figura 9 - . Tela do Sistema Tutor Inteligente – intervenção do agente *tutor*
Fonte: (Frozza et al., 2007)

No entanto, foi realizado um estudo para a aplicação de emoções no agente tutor Dóris, pois segundo Johnson (1998), agentes inteligentes animados possuem duas vantagens nos ambientes educacionais: aumentam a capacidade de comunicação entre os usuários e o computador; e atraem a atenção dos alunos e os motivam, sendo um novo paradigma para os ambientes de ensino, por estarem aptos e demonstrarem tarefas complexas, além de empregarem locomoção e possuírem gestos para focar mais a atenção do usuário.

Como abordado no capítulo 2 sobre a importância das emoções na aprendizagem, e também depois de estudos sobre as emoções, foram escolhidas, para este trabalho, o desenvolvimento de sete emoções para modelagem no agente tutor Dóris, conforme a tabela 2. Estas emoções foram escolhidas com base do modelo OCC e da teoria do livro “O Corpo Fala” (Tompakow, 2008) e do autor Ekman (1999), pois as emoções não são apenas representadas pela face, mas também pelo corpo. Por exemplo, na emoção de indignação, se coloca as mãos na cintura.

Tabela 2 - Características das expressões do agente

Expressão	Descrição
Alegria	Sobrancelhas relaxadas. Boca aberta e os cantos da boca voltados para cima. Olhos brilhantes.
Tristeza	Parte interior das sobrancelhas (perto do nariz) elevada. Olhos ligeiramente fechados. A boca relaxada, com os cantos voltados para baixo.
Expectativa	Olhos atentos para frente. Boca (sorriso com lábios fechados). Mãos: na boca ou no queixo. Sobrancelhas levantadas (distensão do músculo orbicular mais contração do frontal).
Indignação	As sobrancelhas e pálpebras estão mais juntas e os olhos mais levemente fechados. O lábio superior eleva-se de modo assimétrico fazendo uma pequena curva. Mãos na cintura.
Surpresa	Sobrancelhas elevadas. Pálpebras superiores muito abertas e as inferiores muito relaxadas. A boca fica aberta, descendo o maxilar inferior.
Atenção	Cotovelos apoiados na mesa, com uma mão apoiada no rosto e a outra com os dedos na boca. Olhos atentos para frente. Sobrancelhas levantadas (distensão do músculo orbicular mais contração do frontal).
Dúvida	Olhos elevados. Uma mão na cabeça.

Fonte: Baseado em EKMANN, P. Basic Emotions, 1999. Disponível em: http://www.paulekman.com/pdfs/basic_emotions.pdf; e WEIL, Pierre; TOMPAKOW, Rolland. *O corpo fala*. 64ª edição. Petrópolis: Vozes, 2008. PICARD, R. *Affective Computing*. Cambridge: MIT Press, 1997.

O modelo OCC contribuiu para a definição do comportamento do agente Dóris na expressão de cada emoção, dependendo do estímulo recebido pela ação do usuário no ambiente. As emoções, segundo este modelo, estão divididas em três categorias que induzem tipos de emoções, dependendo do estímulo:

- Eventos – Objetivos ou consequências (por exemplo: medo).
- Agentes – *Standards* (Padrão) ou ações (por exemplo: orgulho).
- Objetos – Atitudes ou aspectos (por exemplo: gostar).

Muitas expressões são capazes de traduzir emoções e sentimentos sem usar palavras, e a face é considerada o principal elemento das expressões, ou seja, os principais elementos da comunicação humana. Portanto, Ekman (1999) salienta que a animação facial exige que se tenha certo conhecimento da anatomia facial, principalmente a estrutura muscular, pois tem o objetivo de representar expressões faciais de maneira que continuem sendo reconhecidas como familiares aos seres humanos.

As expressões faciais, por serem caracterizadas como uma das formas de comunicação não-verbal, são essenciais para a percepção e a interpretação das emoções e do comportamento entre humanos.

Assim, neste projeto, foi utilizada uma estrutura muscular simples, como se pode observar na descrição da tabela 2. Também foram observadas expressões faciais universais de Ekman (1999) como a figura 10, onde (a) representa tristeza, (b) raiva, (c) alegria, (d) medo, (e) desgosto e (f) surpresa.

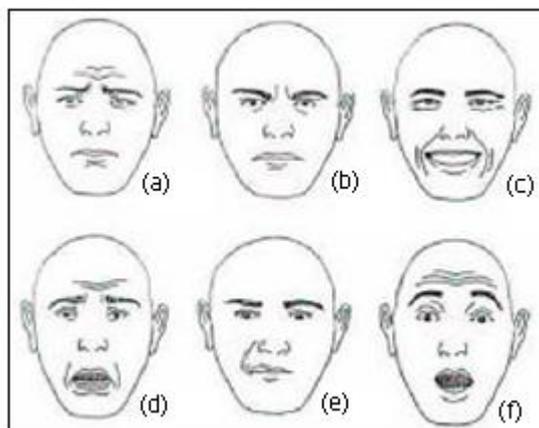


Figura 10 – Expressões Universais
Fonte: Ekman (1999)

Kendall e Creary (1995) também afirmam que os movimentos faciais são fortemente influenciados por três áreas, as sobrancelhas, os olhos e a boca.

As emoções, apresentadas na tabela 2, de alegria, tristeza, expectativa, indignação, surpresa, atenção e dúvida, têm a descrição relacionada da expressão nas feições do agente pedagógico Dóris. Estas emoções são expressas pelo agente no ambiente de interação com o aluno.

A seguir, se apresenta cada expressão modelada.

- *Expressão de alegria*



Figura 11 – Etapas da expressão de alegria do agente modelado para o ambiente virtual de aprendizagem.
Fonte: Do Autor

A figura 11 apresenta a expressão de alegria, conforme descrito na tabela 2. A imagem do primeiro quadro expressa uma simpatia que ao decorrer da ação do usuário pode mudar; no segundo quadro as sobrancelhas estão relaxadas, a boca entre aberta com os cantos voltados um pouco para cima, os olhos brilhantes e menores. Como na explicação que Kendall e Creary (1995), os movimentos faciais são fortemente influenciados pelos olhos, sobrancelhas e boca, ilustrado no último quadro, demonstrando totalmente a expressão de alegria.

Esta expressão é utilizada no ambiente sempre em ocasiões que o usuário demonstra interesse, como, por exemplo, no momento em que o usuário acessar material complementar, realizar os exercícios aleatórios propostos (Figura 12), e acertar (Figura13).

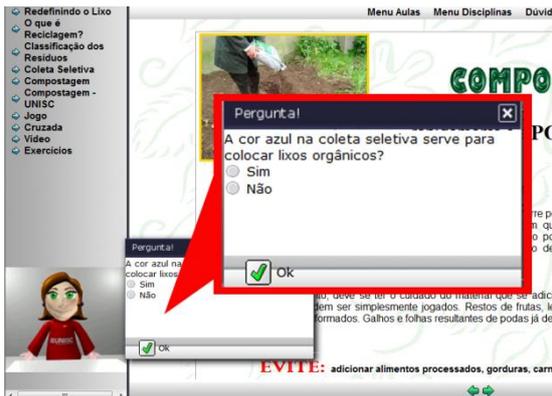


Figura 12 – Agente propondo exercício aleatório
Fonte: Do Autor



Figura 13 – Agente expressando alegria, em relação ao acerto do usuário do exercício aleatório
Fonte: Do Autor

- *Expressão de tristeza*



Figura 14 – Etapas da expressão de tristeza do agente modelado para o ambiente virtual de aprendizagem.
Fonte: Do Autor

Já a expressão de tristeza, apresentada na figura 14, mostra que as sobrancelhas, na parte interior (perto do nariz), ficam elevadas, os olhos ligeiramente fechados, que pode ser comparado entre o quadro 1 e o quadro 3, a boca relaxada, com os cantos voltados para baixo.

Esta expressão é utilizada em momentos que o agente não consegue ajudar o usuário, por exemplo, quando o agente percebe que o usuário pulou de página e se diz desinteressado sobre aquele assunto. Também quando o usuário sai do ambiente, como ilustrado na figura 15.

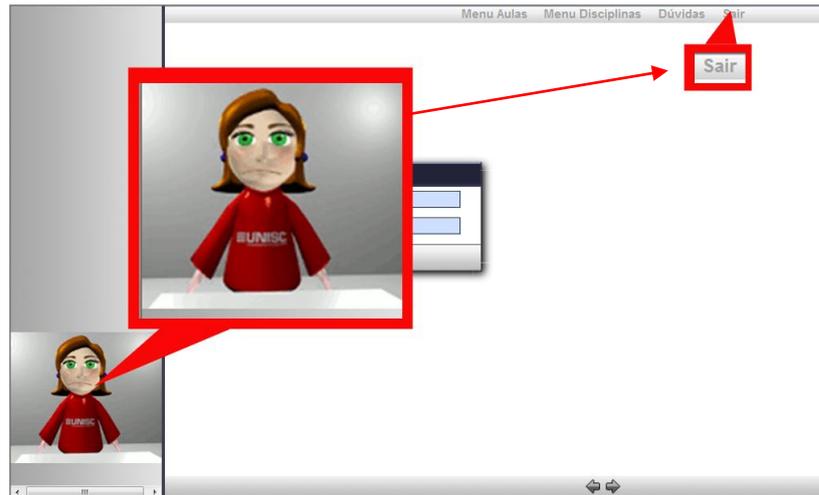


Figura 15 – Ao clicar no ícone Sair o agente expressa tristeza.
Fonte: Do Autor

- *Expressão de expectativa*



Figura 16 – Etapas da expressão de expectativa do agente modelado para o ambiente virtual de aprendizagem.
Fonte: Do Autor

Esta emoção, utilizada sempre que o agente espera uma resposta do usuário, é também interpretada como uma motivação, pois como pode ser observado na figura 16, no quadro 3, o ar de sorriso com os olhos atentos para frente, as sobrancelhas levantadas e as mãos na boca, espera uma resposta positiva do usuário. Um exemplo desta emoção no ambiente é quando o usuário pula de página sem explorá-la e o agente aborda perguntando se já conhece o conteúdo ou não está interessado, na expectativa que o usuário já conheça o conteúdo, como ilustra a figura 17.

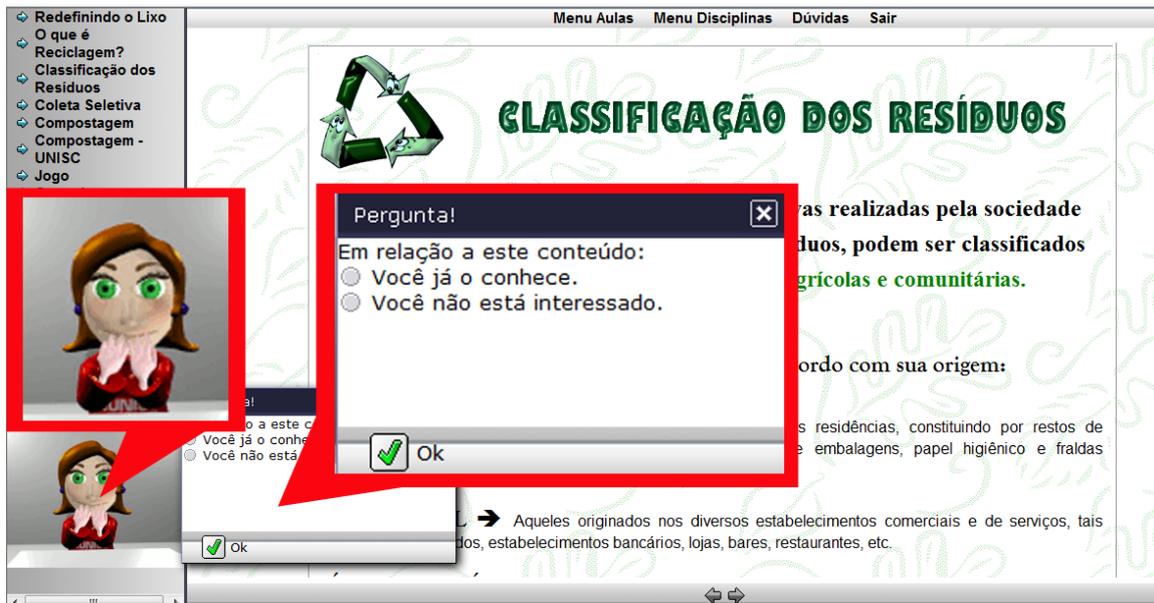


Figura 17 – O agente expressando a emoção expectativa, no momento em que o usuário pula de página sem explorá-la.

Fonte: Do Autor

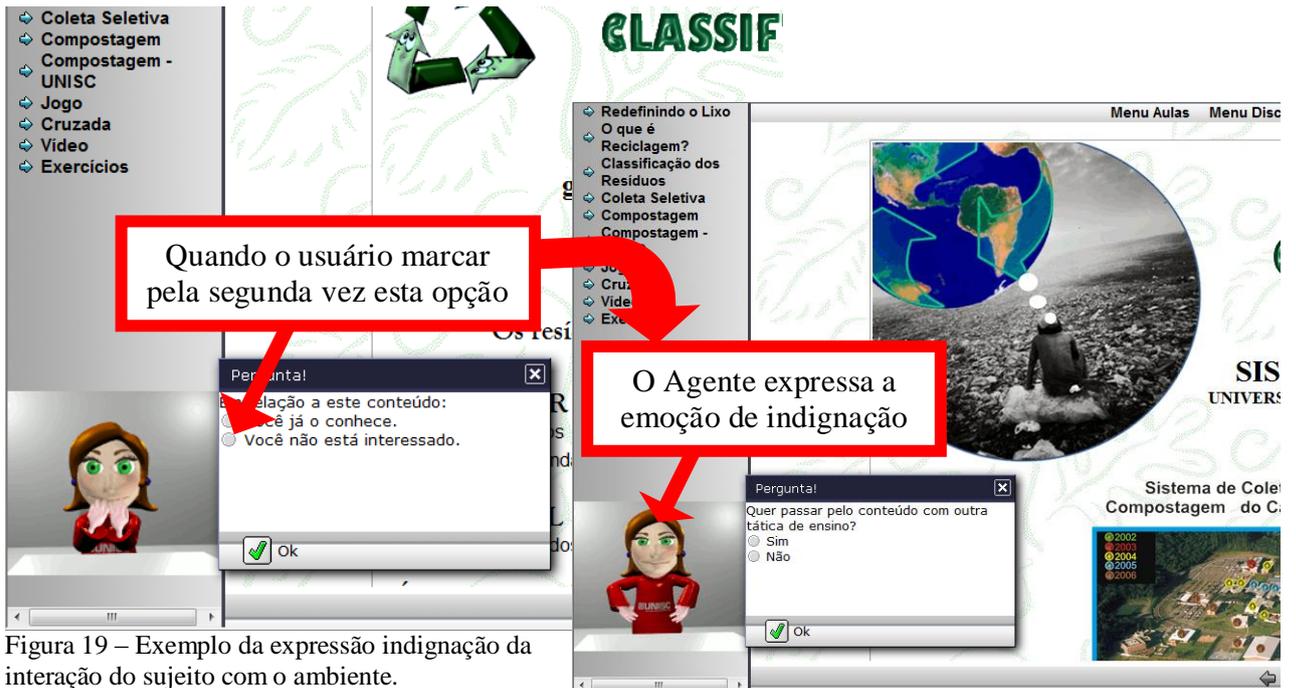
- *Expressão de indignação*



Figura 18 – Etapas da expressão de indignação do agente modelado para o ambiente virtual de aprendizagem.

Fonte: Do Autor

Expressão marcante, como se pode observar a evolução dos quadros 1, 2 e 3 da figura 18, onde as sobrancelhas e pálpebras estão mais juntas e os olhos mais levemente fechados, o lábio superior eleva-se de modo assimétrico fazendo uma pequena curva, e as mãos na cintura. Esta expressão somente é usada quando o usuário responder pela segunda vez que não está interessado no assunto quando pula de página, figura 19.



- *Expressão de surpresa*



A expressão da surpresa se caracteriza mais pela abertura da boca, como pode ser observada no quadro 3 da figura 20, mas também pelo olhar onde se pode dizer que ficam “esbugalhados”, no sentido figurado, ou seja, as pálpebras superiores muito abertas e as inferiores muito relaxadas.

Utilizada principalmente quando o usuário responder sim, pela segunda vez, no momento que o agente lhe pergunta se está com dificuldades na compreensão do conteúdo, como ilustra a figura 21.



Figura 21 – O agente expressando surpresa e perguntando se quer mudar de tática para apresentação do conteúdo
Fonte: Do Autor

- *Expressão de atenção*





Figura 22 – Etapas da expressão de atenção do agente modelado para o ambiente virtual de aprendizagem.
Fonte: Do Autor

Esta expressão sempre é utilizada em momentos que o agente apresenta alguma atividade para o usuário, como, por exemplo, quando lhe apresenta os exercícios aleatórios, figura 23, exercícios que aparecem aleatoriamente na interação do usuário com o ambiente, na caixa de diálogo, quando apresenta uma nova tática ao mudar o perfil para apresentação do material instrucional ao usuário. É possível observar as sobrancelhas levantadas e os olhos atentos com o cotovelo apoiado na mesa e a mão na boca, como apresentado no quarto quadro da figura 22, atenta a resposta do usuário.

Figura 23 – Exemplo da expressão atenção na interação do agente com o usuário
Fonte: Do Autor

- *Expressão de dúvida*

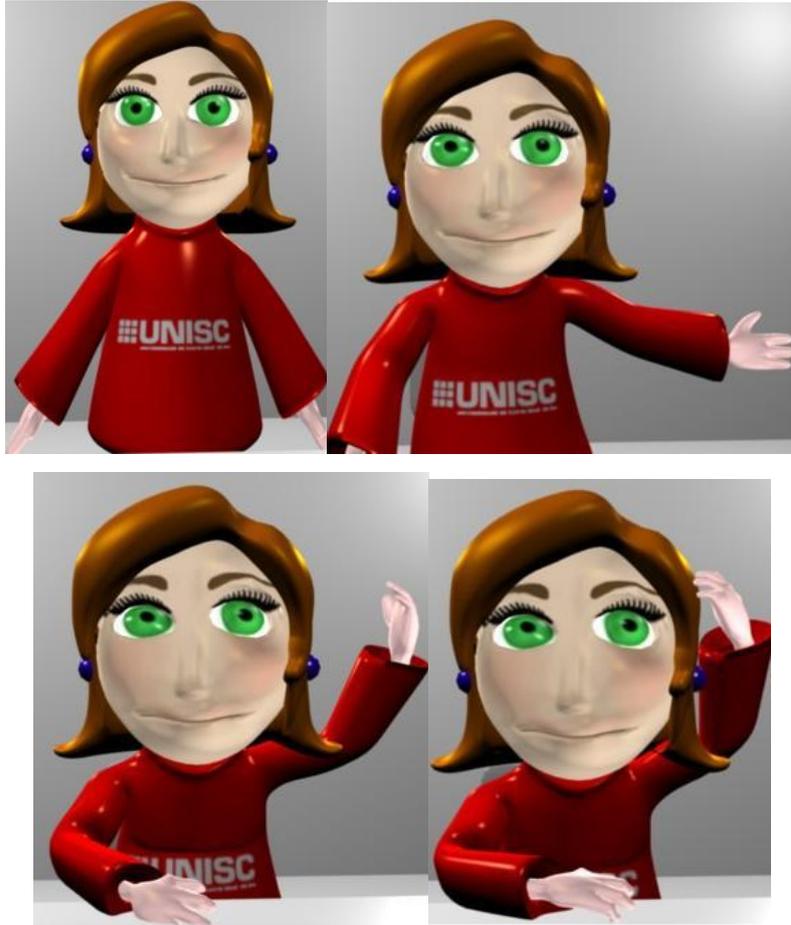


Figura 24 – Etapas da expressão de dúvida do agente modelado para o ambiente virtual de aprendizagem.
Fonte: Do Autor

A expressão de dúvida é caracterizada principalmente pelos olhos elevados, como pode ser observada na figura 24, a mão na cabeça auxilia na interpretação da emoção. Utilizada em momentos que o usuário possa estar com dúvida na compreensão do conteúdo, como, por exemplo, quando está realizando os exercícios e volta para o conteúdo, figura 25, ou quando acessa o cadastro de dúvidas.

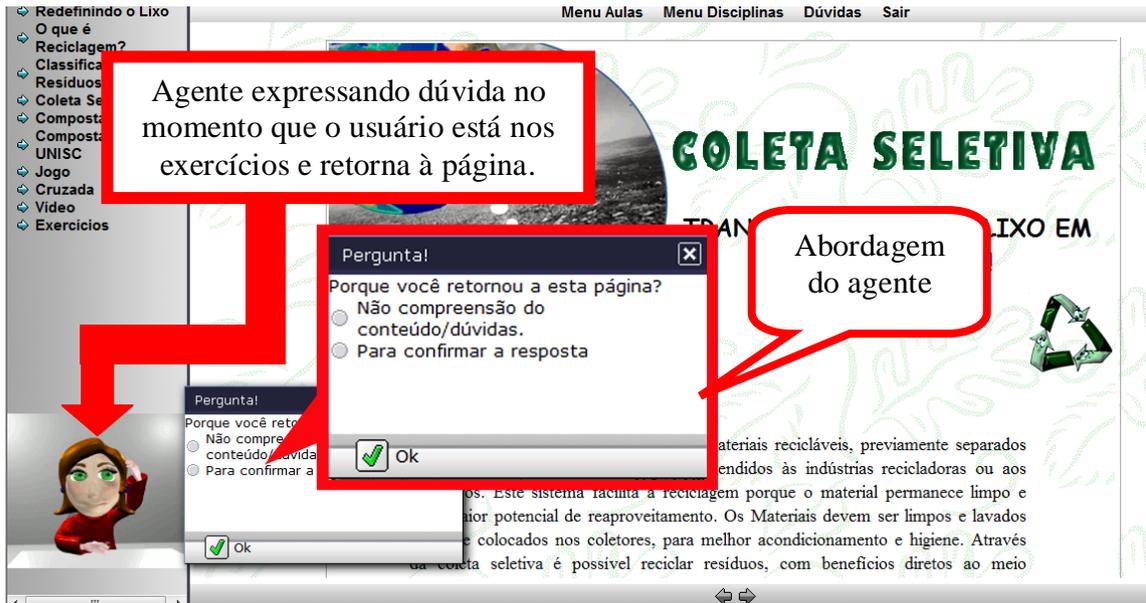


Figura 25 – Exemplo da expressão dúvida no ambiente

Fonte: Do Autor

A ferramenta utilizada para a modelagem e animação do agente pedagógico foi o *Blender 3D*, desenvolvida e mantida pela *Blender Foundation* [<http://www.blender.org/>]. Sua escolha foi definida considerando o fato de ser um *software* de código aberto, disponível sob licença GNU (*General Public License*), multiplataforma e cuja comunidade tem se empenhado em manter constante sintonia com os avanços da área, permitindo o desenvolvimento de um produto final de boa qualidade, comparável às ferramentas comerciais usadas na produção de animações.

O uso de uma ferramenta como o *Blender 3D* possibilita a criação de animações usualmente classificadas como modelagem por computador. Nestes casos, o computador pode ser responsável por todo o processo de controle da geração da animação, cabendo ao animador determinar os atores, o ambiente e as ações que serão executadas (Brito 2006).

Na modelagem da forma do agente foi utilizada a técnica de malha poligonal (Foley; et al, 1996) onde se buscou uma representação com pequeno número de polígonos para agilizar sua posterior renderização, conforme mostra a figura 26.

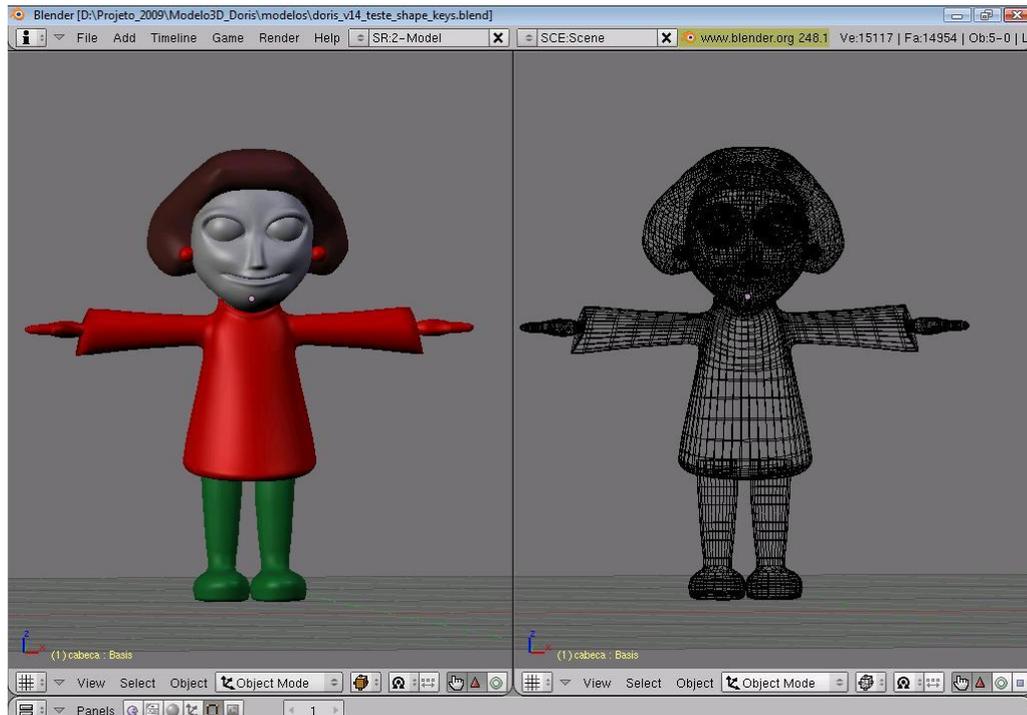


Figura 26 - Modelagem da malha que dá forma ao agente
 Fonte: Do Autor

A animação do agente prevê o uso da técnica conhecida como *key frame* [Azevedo 2003]. Neste tipo de animação, o animador determina as poses do objeto para cada quadro-chave e o computador realiza a interpolação, calculando os quadros intermediários, ou *in-betweens*, que representam as poses que o objeto deverá apresentar entre os quadros-chaves.

Para simular os movimentos do personagem, incluindo braços, pernas e todas as expressões faciais previstas, foram introduzidas estruturas conhecidas como *bones*, disponibilizados pelo *Blender* através do objeto *Armature* (Figura 27). É uma técnica de animação geralmente utilizada em objetos articulados, que usa cinemática inversa [Azevedo 2005] e restrições de objetos rígidos, e que agiliza o processo de deformação da malha.

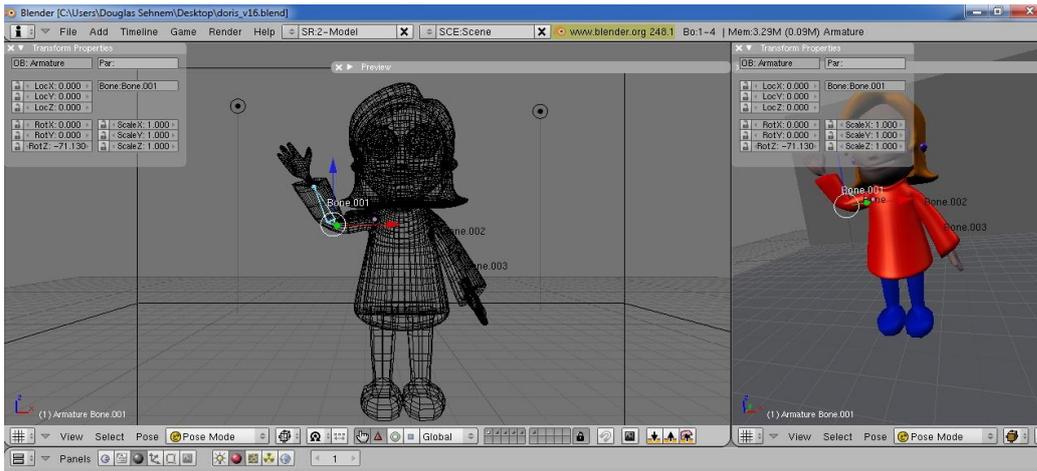
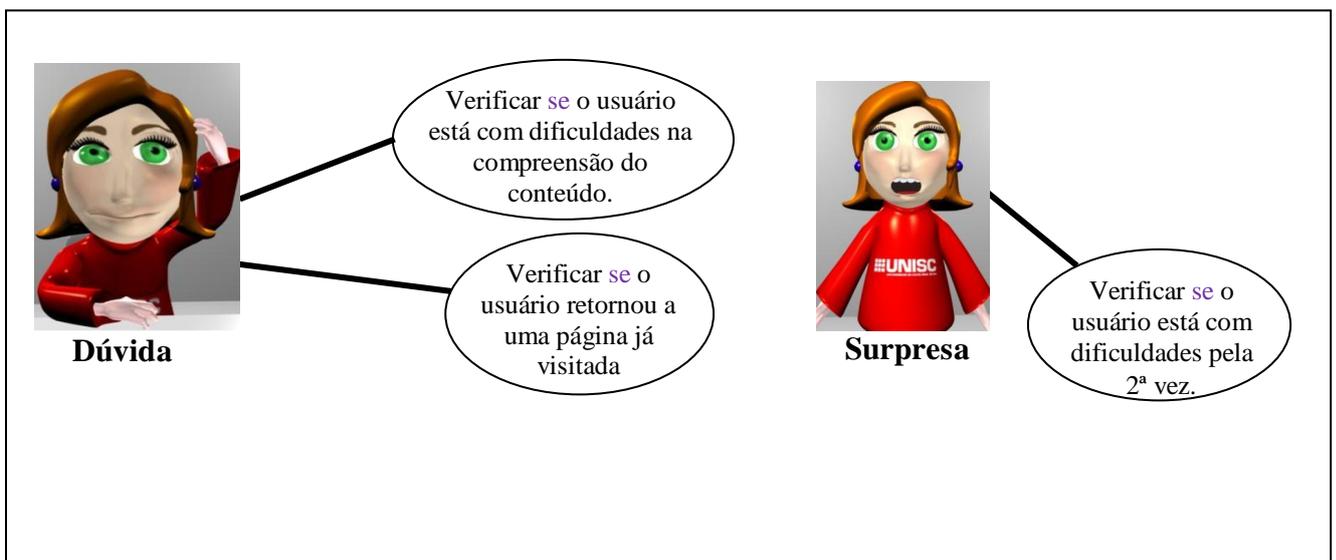


Figura 27 - Detalhe da aplicação de *bones* na malha do agente
Fonte: Do autor

Estas emoções trabalhadas no agente foram determinadas por estudos na área e pelos objetivos definidos referentes à capacitação em organizações.

A atuação do agente Dóris no ambiente é determinada por um conjunto de regras de produção (formato: SE <condição> ENTÃO <ação>) constituídas de condições/percepções e reações/ações, conforme o Anexo B. A ideia é que, ao perceber situações que acontecem no ambiente, o agente reaja com a realização de alguma ação.

Assim, para fazer a modelagem das expressões, iniciou-se pela elaboração de um diagrama de Casos de Uso (*Use Cases*) que demonstrassem de forma clara o agente Dóris e as expressões exercidas no ambiente virtual de aprendizagem, representado na figura 28.



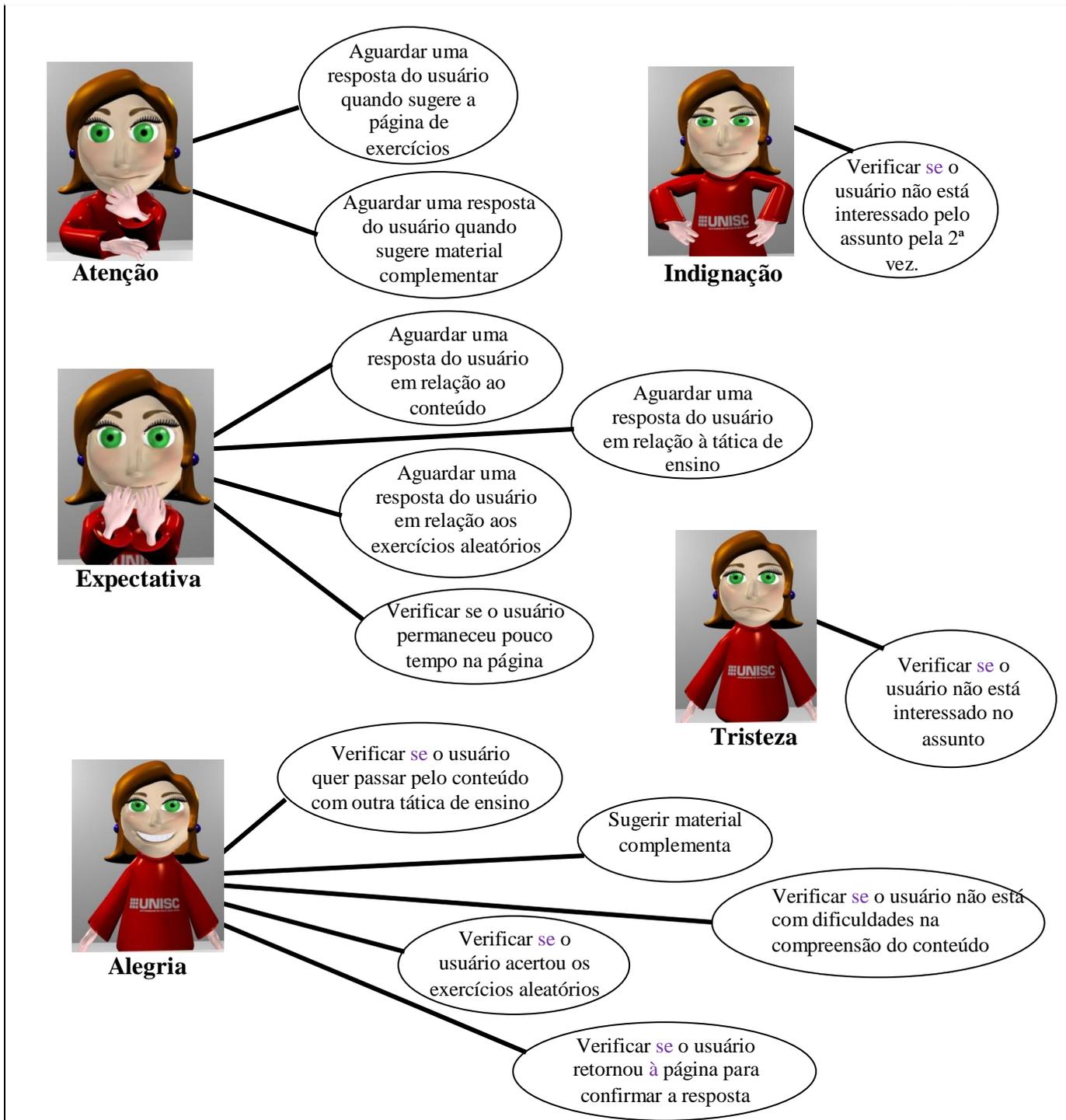


Figura 28 - Diagrama de casos de uso
Fonte: do autor.

3.3 Preparação da Base de Conhecimento do Ambiente

A base de conhecimento do ambiente virtual de aprendizagem é composta de páginas *web* sobre o conteúdo abordado, com diferentes táticas de ensino (relativas à apresentação do conteúdo aos usuários), como: imagens, textos, exercícios e jogos. O conteúdo das páginas é

referente à coleta seletiva e compostagem, como descrito na seção 3.1. A figura 29 apresenta uma das páginas com o índice do conteúdo apresentado no ambiente.



Figura 29 – Índice do ambiente com os assuntos que foram trabalhados na capacitação
Fonte: Do autor

O *software* FrontPage foi utilizado para a confecção das páginas. Foram desenvolvidos conteúdo em dois perfis principais: verbal (como na figura 30) e imagético (como na figura 31).



Figura 30 – Página para perfil Textual
Fonte: Do Autor

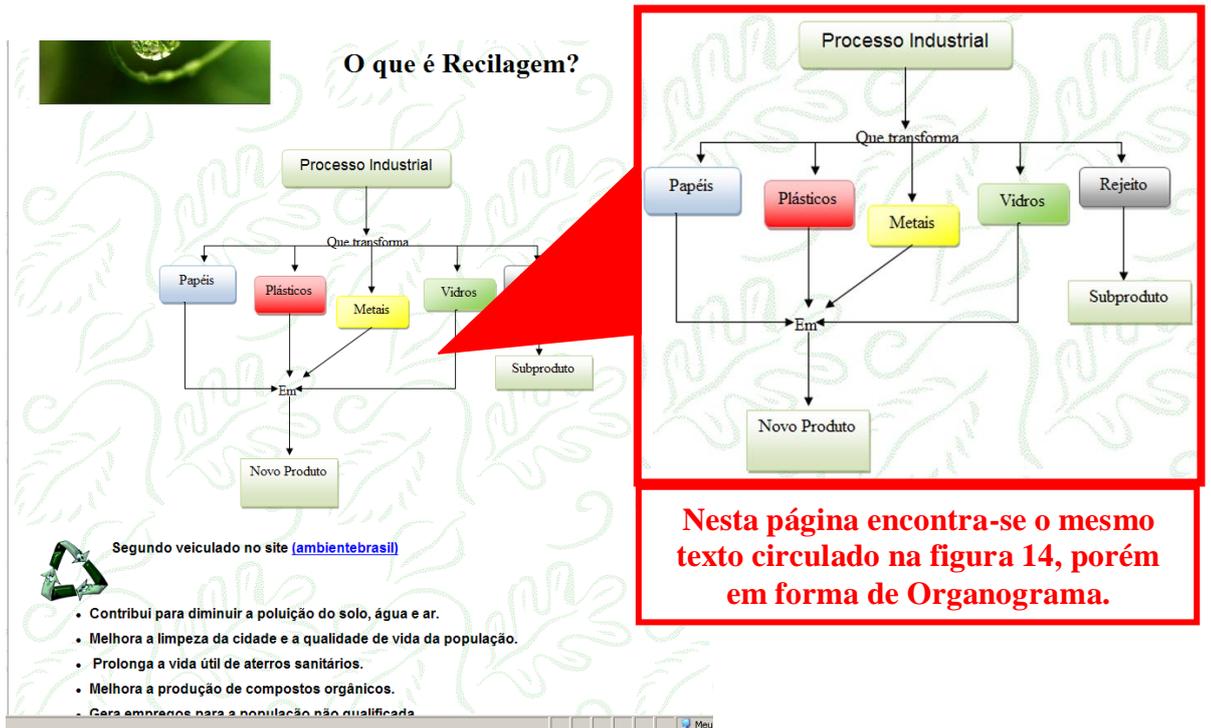


Figura 31 – Página para perfil de Imagem
 Fonte: Do Autor

Da mesma forma, todas as páginas para o ambiente foram desenvolvidas para os dois perfis. Também foi elaborado um jogo sobre a separação de lixo, como mostra a figura 32, pois é uma estratégia de confrontar o usuário à prática do seu dia a dia.



Figura 32 – Página com a prática do jogo
 Fonte: Do Autor

Outra estratégia de motivar o usuário, com o conteúdo sendo explorado, são os vídeos, que demonstram a realidade do assunto estudado. Como na figura 33, possibilita ao usuário

assistir um vídeo que retrata na sociedade a questão do meio ambiente. A Dóris está em estado normal.



Figura 33 – Vídeo da Ilha das Flores
Fonte: Do Autor

Os exercícios propostos no sistema, como podem ser visualizados na figura 34, são objetivos. O ambiente virtual de aprendizagem grava em seu banco de dados quais as respostas escolhidas pelos usuários e quais exercícios foram feitos pelo usuário, como na figura 35.

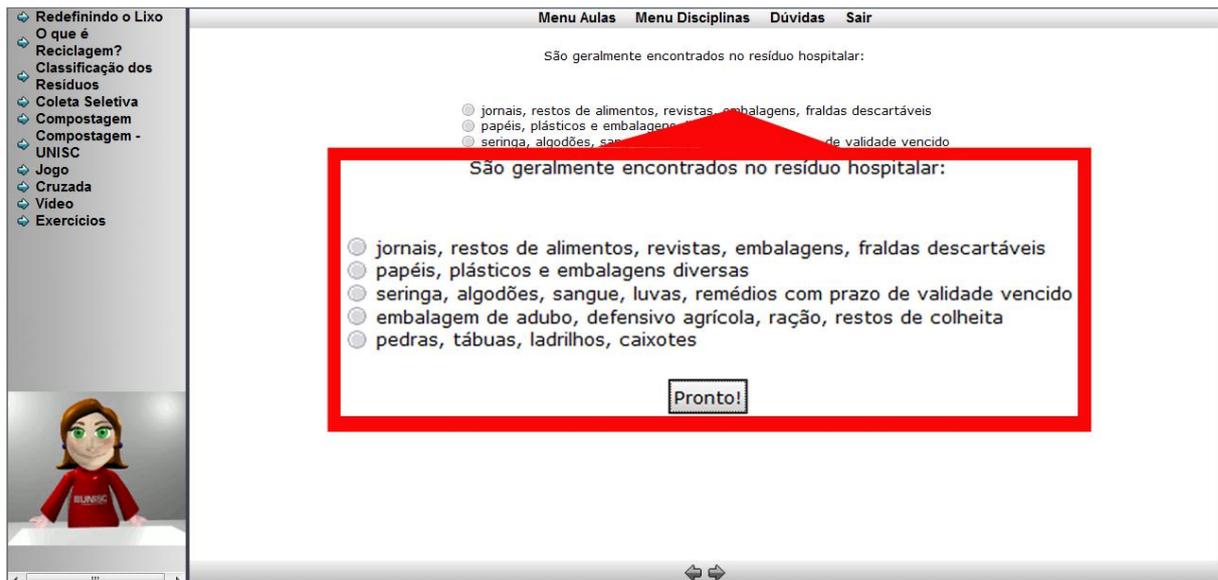


Figura 34 – Página de Exercícios Objetivos
Fonte: Do Autor

	id_opcao [PK] numerico	id_aluno [PK] numerico	id_exerc numeric(6,0)	hora timestamp without tim
1	1	3	1	2010-07-30 14:43:00.07
2	1	4	1	2010-07-30 14:30:33.594
3	1	5	1	2010-07-30 14:23:38.304
4	1	6	1	2010-07-30 14:31:18.861
5	1	7	1	2010-07-30 14:49:35.197
6	1	8	1	2010-07-30 14:30:59.439
7	1	10	1	2010-07-30 14:46:31.376
8	1	11	1	2010-07-30 14:39:20.655
9	1	12	1	2010-07-30 14:24:49.655
10	2	12	2	2010-07-30 14:25:38.582
11	3	3	3	2010-07-30 14:44:24.318
12	3	4	3	2010-07-30 14:31:06.611
13	3	5	3	2010-07-30 14:25:15.486
14	3	6	2	2010-07-30 14:31:24.861
15	3	7	3	2010-07-30 14:51:19.428
16	3	8	3	2010-07-30 14:31:22.236
17	3	10	3	2010-07-30 14:47:29.046
18	3	11	3	2010-07-30 14:40:39.012
*				

Este campo apresenta qual opção marcada pelo usuário

Este campo apresenta o número do exercício que o usuário fez

Figura 35 – Informações dos exercícios gravados pelo banco de dados
Fonte: Do Autor

Outro tipo de exercício modelado que desafia o usuário é a cruzada, figura 36, baseada em todo o conteúdo que foi apresentado no ambiente.

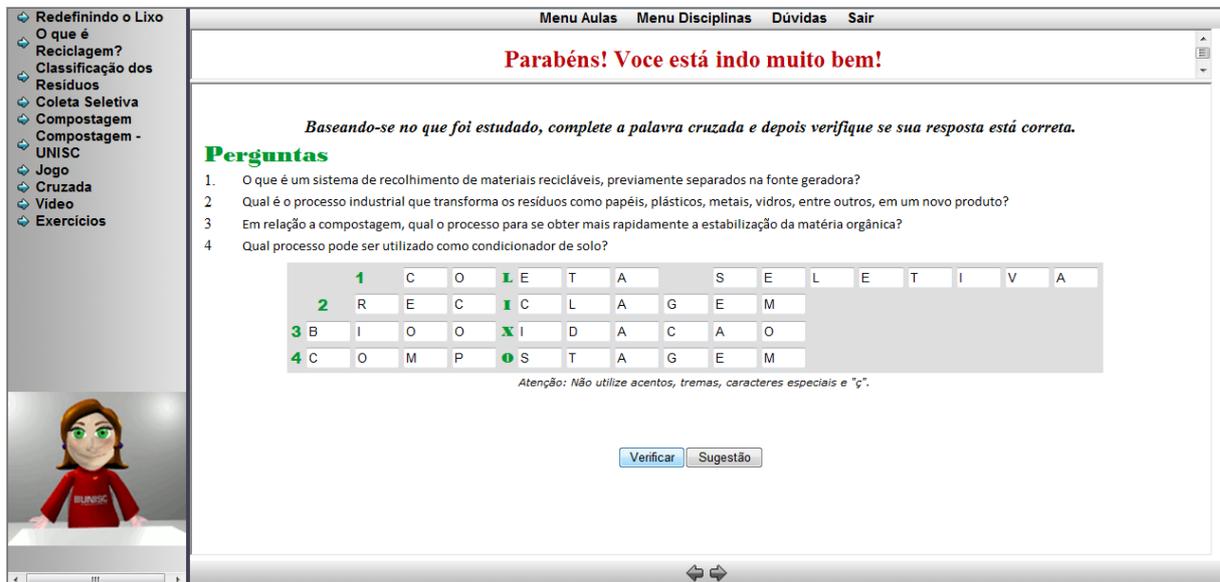
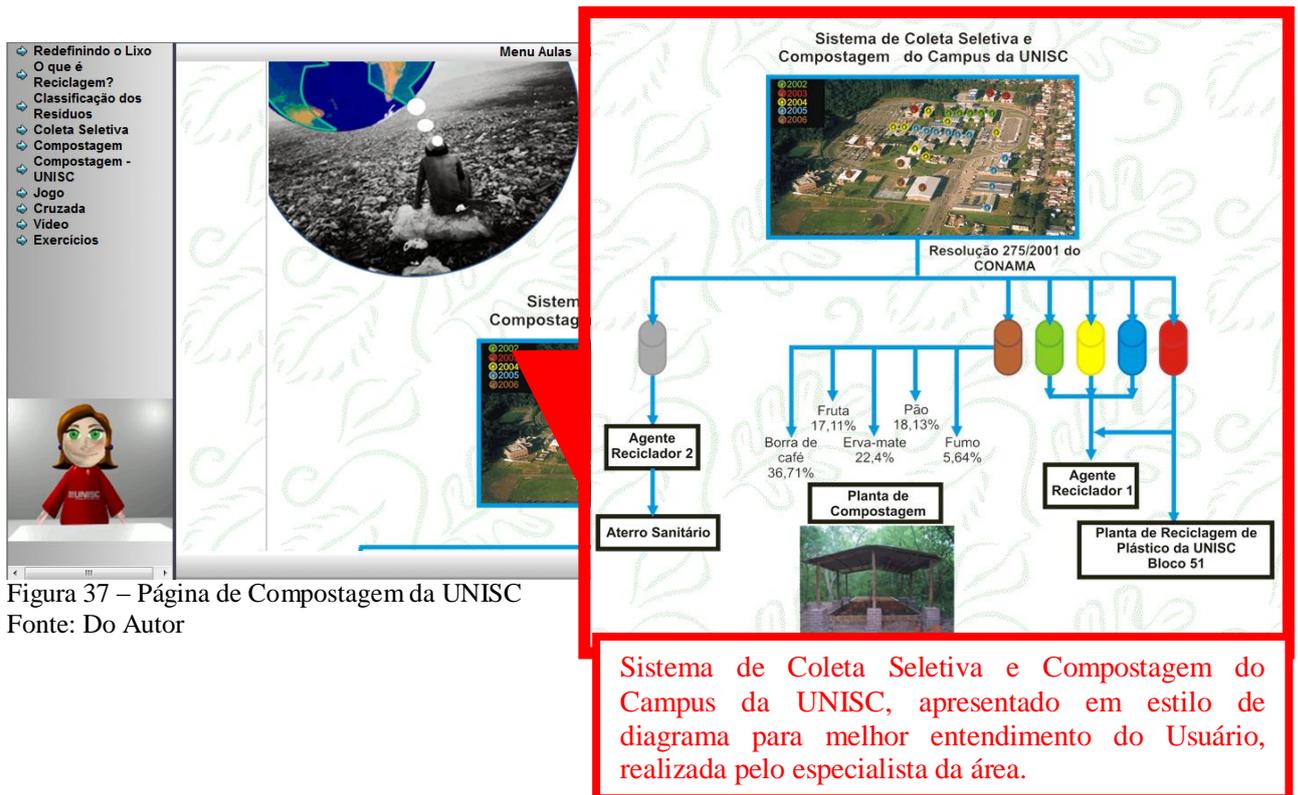


Figura 36 – Exercício de Cruzada
Fonte: Do Autor

E por fim, para o usuário ter um entendimento sobre como é realizado o Sistema de Coleta Seletiva e Compostagem do Campus da UNISC, o ambiente contém uma página que apresenta o processo em forma de diagrama, figura 37.



3.4 Resultados da Validação do Ambiente pelo Método Clínico de Piaget

O processo de validação iniciou após a entrega e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo C), em duas vias, uma ficando de posse da pesquisadora e uma com o usuário. Foram sujeitos da pesquisa 10 funcionários do setor Coordenação do Campus, da Universidade de Santa Cruz do Sul, no período de julho de 2010.

Para dar início à validação do ambiente virtual de aprendizagem, foi aplicado um questionário, conforme Anexo D, composto por 4 questões, cujo objetivo foi analisar o nível de conhecimento sobre sistema de coleta seletiva e compostagem do público alvo. Dos 10 sujeitos que participaram da validação, somente 4 acertaram todas as questões, e o restante errou apenas uma questão. Pôde-se considerar que os sujeitos da pesquisa tinham o conhecimento sobre o conteúdo.

Após, cada sujeito foi entrevistado, utilizando-se o método clínico de Piaget, sobre expressão facial e o seu impacto no aprendizado. A seguir, descreve-se as entrevistas baseadas nas questões dos Anexos E e F.

SUJEITO 1 - *Antes de utilizar o ambiente virtual, lhe fiz a seguinte pergunta: O que você compreende por expressão facial? O sujeito respondeu: “Para mim é como a pessoa se demonstra em determinados momentos, se está triste ou feliz, o estado emocional”. A entrevistadora pergunta: Então consegue perceber as expressões de uma pessoa? O sujeito responde: “Sim, consigo”; e a entrevistadora interroga: E isto influencia na sua resposta? O sujeito responde: “Sim, dependendo como a pessoa está”; E a expressão é algo importante para você? “Acho que sim”; E quando uma pessoa sorri para você em uma conversa o que sente? “Acho que está interagindo....interessante”.*

É possível observar neste diálogo que após a resposta dada, a entrevistadora faz a contra-argumentação. De acordo com Piaget (1926), a contra-argumentação é uma forma de evitar as sugestões de respostas, pois é possível ao entrevistador explorar os pensamentos dos entrevistados de formas variadas e verificar se as crenças expressas se mantêm apesar do confronto de ideias.

Após a entrevista, o sujeito 1 entrou no ambiente virtual, onde pôde-se observar que este percebeu a interação do agente, mas se irritou um pouco querendo sair do sistema, sem responder os exercícios, o que pode ser comprovado pelo registro no banco de dados, que não contém resposta deste sujeito.

Então após o uso do ambiente, novamente a entrevistadora retornou a questioná-lo: *O que achou do ambiente que estava trabalhando agora? E o sujeito respondeu: “Bem interessante”; O que mais lhe chamou atenção? “O vídeo”; Percebeu se o ambiente interagia com você? “Sim, percebi que a bonequinha ficou esperando uma resposta com expectativa”; E continuou a dizer: “seria bem interessante se a gente pudesse acessar de casa para mostrar para outras pessoas”*

Neste diálogo, foi possível perceber que o sujeito interage com o agente, porém não conta que esta interação lhe incomodou um pouco.

SUJEITO 2 - *Perguntas realizadas antes de utilizar o ambiente: O que você compreende por expressão facial?* O sujeito respondeu: *“Acho que é a resposta que o rosto dá a respeito de um estado de personalidade”* A entrevistadora perguntou: *Então consegue perceber as expressões de uma pessoa?* O sujeito respondeu: *“Sim, consigo, é uma coisa que sempre observo muito”*, e a entrevistadora interrogou: *E isto influencia na sua resposta?* O sujeito respondeu: *“Com certeza”*; *E a expressão é algo importante para você?* *“Sim, tanto facial quanto corporal, é uma coisa que conta muito, porque às vezes uma pessoa está falando uma coisa que o corpo não corresponde. Por isso é muito importante sempre estar atento a isto”*; *E quando uma pessoa sorri para você em uma conversa o que sente?* *“Depende, se o sorriso é agradável e verdadeiro, me sinto muito bem, pois o sorriso é algo difícil de fingir”*.

Após, o usuário interagiu com o ambiente e, quando terminou, a entrevistadora retornou a questioná-lo: *O que achou do ambiente que estava trabalhando agora?* *“Muito útil”*, diz o usuário. A entrevistadora: *O que lhe chamou mais a atenção?* *“As perguntas que apareciam na caixa”*; *E o que fazia aparecer esta caixa?* *“Uma bonequinha”*, diz o usuário. Então a entrevistadora: *E ela fazia alguma coisa?* *“não percebi”* diz o usuário.

Em relação a este sujeito 2, pôde-se observar que as expressões realizadas pelo agente Dóris perturba o usuário, porém este ignora suas expressões, mesmo salientando que é muito importante sempre estar atento às expressões, como comentado na primeira entrevista. Também é importante ressaltar que entrevistadora faz perguntas complementares, como: *“E ela fazia alguma coisa?”*, solicita que o entrevistado possa desenvolver mais a sua ideia sobre o que pensa acerca do que enunciou anteriormente de forma breve, porém o entrevistado continuou a responder objetivamente, *“não percebi”*, deixando a entrevistadora sem argumentações.

SUJEITO 3 – *A entrevistadora pergunta o que entende sobre expressão facial?* E o sujeito respondeu: *“movimentos”*, então a entrevistadora perguntou: *Consegue perceber a mudança destes movimentos em uma conversa?* E o sujeito respondeu: *“Consim”*, continuando a entrevistadora perguntou: *E qual a importância destes movimentos em uma conversa para você?* E o sujeito respondeu: *“É importante, pois se percebe, por exemplo, o medo e se a pessoa está falando verdade”*. *E poderia interferir na sua resposta?* E o sujeito respondeu: *“Sim, às vezes não percebo, mas acho que dá para perceber”*.

Neste trecho, pôde-se perceber pelas respostas do sujeito o que Delval (2002) chama de não-importistas: É aquela resposta que o sujeito diz qualquer coisa para livrar-se logo da pergunta.

Então, após o uso do ambiente o sujeito voltou a ser entrevistado: *O que achou do ambiente em que você interagiu?* E o sujeito respondeu: *“Bem interessante”, E o que lhe chamou mais atenção?* *“a compostagem”,* respondeu o sujeito. *E no ambiente?* Perguntou a entrevistadora, *“As perguntas que apareciam”,* respondeu. *Então percebeu o agente (a bonequinha) que fazia as perguntas?* *“percebi sim”,* E *ela te ajudou?* *“sim, porque ela repetia às vezes as perguntas”.*

Com este sujeito, pôde-se perceber que a interação com o agente foi positiva, já que o sujeito percebeu as mudanças do agente algumas vezes, pois como o sujeito falou, o agente repetia às vezes algumas perguntas, o que lhe fazia pensar, contribuindo assim para seu aprendizado.

SUJEITO 4 – *O que significa expressão facial para você?* Interrogou a entrevistadora, *“É a maneira como a face da pessoa muda diante de uma situação”,* respondeu o sujeito. *E consegue perceber esta mudança quando está conversando com alguém?* Interrogou-o novamente, *“Geralmente sim, principalmente a de alegria, tristeza e raiva que são as mais fortes”,* respondeu o sujeito.

Após, o sujeito entrou no ambiente, onde se observou que este interagiu com o agente, respondendo as perguntas que o mesmo lhe mostrava e interagindo com o conteúdo complementar; demonstrou interesse, pois percorreu todo o conteúdo e realizou os exercícios propostos.

Então, após o uso do ambiente, o sujeito voltou a ser entrevistado: *O que achou do ambiente em que você interagiu?* E o sujeito respondeu: *“Bem tranquilo”;* *E o que lhe chamou mais atenção?* *“Que toda hora aparecia uma mensagem”,* respondeu o sujeito. *Que mensagem?* Perguntou entrevistadora, *“Uma caixinha com mensagem”,* respondeu. *Então percebeu o agente (a bonequinha) que fazia as perguntas?* *“sim, percebi que ela interagiu muito bem”;* *E ela fazia mais alguma coisa além de mostrar a caixinha?* *“não percebi”,*

respondeu o sujeito. *Gostou de estudar no ambiente? “Sim, é muito interessante fazer um treinamento pela web”.*

Mesmo este sujeito não prestando atenção nas expressões do agente, o agente chamou a atenção do sujeito, ajudando-o a compreender melhor o conteúdo que estava exposto. Observou-se que o sujeito acessou os materiais complementares e respondeu corretamente os exercícios.

SUJEITO 5 - *O que significa expressão facial para você?* Interrogou a entrevistadora. *“Exprime..., tristeza, alegria, prestando atenção”*, respondeu o sujeito. *E consegue perceber esta mudança quando está conversando com alguém?* Interrogou-o novamente, *“Acredito que sim, a maioria das vezes a gente percebe”*, respondeu o sujeito. *Como assim? Explique melhor*, disse a entrevistadora; *“Por exemplo, se a pessoa está interessada no que está conversando ou desprezando”*. A entrevistadora perguntou: *E estas expressões interferem em sua resposta?* O sujeito respondeu: *“Depende... é complicado responder, acredito que não”*.

Na entrevista com o sujeito 5, percebeu-se que o mesmo suspende por alguns instantes o seu pensamento para refletir sobre a sua resposta; as reticências presentes no texto digitado pelo entrevistado indicam estes momentos. Mostrando-se confuso em alguns momentos, como quando a entrevistadora lhe pergunta se as expressões interferem em sua resposta.

Passou então para o ambiente, onde se observou sua atenção em relação ao conteúdo, respondendo algumas vezes a interação do agente *Dóris* e, em outras vezes, deixando a caixa de diálogo em um canto da tela para não precisar responder.

Então, após a utilização do ambiente, o sujeito 5 passou por outra entrevista: *O que achou do ambiente em que interagiu agora?* *“Muito legal”*, respondeu o sujeito. *E o que lhe chamou mais a atenção?* Perguntou a entrevistadora? *“O vídeo”*, respondeu. *E além do vídeo, mais alguma coisa lhe chamou atenção?* Perguntou a entrevistadora, *“Sim, no início quando entrei percebi a bonequinha, ela me perguntou por que tinha voltado a uma página, e colocou a mão na cabeça, como se dissesse que estava com dúvida, mas depois não percebi mais ela, porque não respondi mais o que ela perguntava”*, respondeu o sujeito.

Como se pôde observar neste diálogo, o sujeito interagiu apenas uma vez com o agente, mas, mesmo assim, nesta interação a expressão de dúvida que o agente *Dóris* expressou foi significativo para a sua ação, pois voltou àquela página novamente porque estava realmente com dúvida sobre o exercício que estava realizando.

SUJEITO 6 – *O que significa expressão facial para você?* Interrogou a entrevistadora. E o sujeito respondeu: *“É tipo o sorriso, algum manifesto do rosto”*; *E consegue perceber este manifesto do rosto em uma conversa?* Perguntou novamente a entrevistadora, *“Dá para perceber algum tipo de reação sim”*, respondeu o sujeito. *E estas reações são importantes para você em uma conversa?* Questionou a entrevistadora, *“No entendimento da pessoa talvez”*, respondeu o sujeito.

Então, passou para o ambiente, onde se observou que o sujeito interagiu o tempo todo com as indagações do agente.

Após a interação, o sujeito retornou com a entrevistadora: *O que achou do ambiente?* *“Muito legal”*, respondeu o sujeito. *E o que mais lhe chamou a atenção no ambiente?* *“A parte da compostagem”*, respondeu o sujeito. A entrevistadora: *E além do conteúdo mais alguma coisa lhe chamou atenção?* *“Sim, as caixinhas que apareciam”*; então a entrevistadora perguntou: *Tinha alguma coisa do lado destas caixinhas?* *“Não percebi”*, respondeu o sujeito.

Apesar de o sujeito dizer que não percebeu o agente, pôde ser verificado em sua interação que o agente lhe chamou a atenção, pois respondia a todas as indagações e acessou todas as sugestões que o agente lhe ofereceu.

SUJEITO 7 - *O que compreende por expressão facial?* Interrogou a entrevistadora. E o sujeito respondeu: *“Não compreendo nada”*, responde o sujeito. Então a entrevistadora pergunta: *E quando está conversando com alguém consegue perceber se esta pessoa está triste ou feliz?*, o sujeito responde: *“Sim consigo”*, a entrevistadora: *Como percebe isto?*, o sujeito: *“Olhando para o rosto dela”*, a entrevistadora: *Mudaria sua resposta em função disso?*, o sujeito responde: *“Sim mudaria”*.

Em relação a entrevista com o sujeito 7, pode-se observar a diferença do método clínico em relação a outros métodos de investigação, que segundo Delval (2002), é o entrevistador que intervém de forma sistemática frente à atuação do sujeito e como resposta às ações ou explicações fornecidas por ele. Como na situação em que o entrevistador pergunta “*O que compreende por expressão facial?*” E o sujeito respondeu: *Não compreendo nada*”, tendo que intervir de forma sistemática, para esclarecer o significado da pergunta.

Após a interação, o sujeito retornou com a entrevistadora: *O que achou do ambiente?* “*Muito bom*”, responde o sujeito. A entrevistadora pergunta então: *E o que mais lhe chamou a atenção no ambiente?* E o sujeito responde: *“Sei lá... as perguntas bem assim... que dá para entender bastante sobre a coleta seletiva”*. A entrevistadora: *Não percebeu nada de diferente?* E o sujeito responde: *“Não percebi nada”*.

Na interação do sujeito com o ambiente, pode-se perceber que teve bastante dificuldades, pediu ajuda ao colega do lado em alguns momentos, não realizou todos os exercícios e ignorou a o agente.

SUJEITO 8 - *O que compreende por expressão facial?* Interrogou a entrevistadora. E o sujeito respondeu: *“Sorriso..., é muito importante a expressão facial”*. A entrevistadora continua: *Consegue perceber as expressões de uma pessoa?* E o sujeito responde: *“Sim, cuido bastante as expressões, acho importante”, E estas expressões podem influenciar em sua resposta?*, pergunta a entrevistadora. E o sujeito responde: *“sim, pode interferir”*.

Então, passou para o ambiente, onde se observou que o sujeito também interagiu o tempo todo com as indagações do agente.

Após a interação, o sujeito retornou com a entrevistadora: *O que achou do ambiente?* “*Muita informação, mas muito legal*”, respondeu o sujeito. E o que lhe chamou mais atenção no ambiente?, pergunta a entrevistadora. E o sujeito responde: *“Foi o Vídeo”*, a entrevistadora: *Além do vídeo mais alguma coisa lhe chamou atenção?* O sujeito responde: *“Sim, que a bonequinha se movimentava, mas quando olhava já tinha passado”*, Então em nenhum momento você conseguiu observar o seu movimento? Pergunta a entrevistadora. E o sujeito: *“Sim vi ela sorrindo, mas ela poderia estar mais em cima em vez de estar em baixo”*.

A entrevistadora: *Porquê?*, o sujeito: *“porque a gente fica atenta no conteúdo e deixa ela passar despercebida”*.

A entrevista com este sujeito trouxe uma questão importante, a posição do agente no ambiente.

SUJEITO 9 - *O que compreende por expressão facial?* Interrogou a entrevistadora. E o sujeito respondeu: *“O movimento da face em que a pessoa que está observando percebe alguma emoção”*. A entrevistadora pergunta: *Consegue perceber as expressões de uma pessoa?* E o sujeito responde: *“Depende, tem umas que conseguem se expressar mais e outras menos, mas em geral, sim, fico cuidando”*. É importante as expressões para você em uma conversa? Pergunta a entrevistadora. O sujeito responde: *“Muita, a partir é que percebemos se ela está entendendo ou não”*.

Então o sujeito se dirige para a interação com o ambiente, onde se observou que não interagiu com o agente, ignorando suas abordagens, somente interagindo no final após ter olhado todo o ambiente.

Após a interação, o sujeito retornou com a entrevistadora: *O que achou do ambiente?* *“Bastante rico com bastante informações”*, respondeu o sujeito. A entrevistadora pergunta: *O que mais lhe chamou atenção no ambiente?* O sujeito responde: *“O ambiente em geral”*. A entrevistadora: *Não teve nada em especial que lhe chamou atenção?* O sujeito responde: *“Há que raramente a bonequinha fazia gestos, pensei que ela iria fazer mais”*.

Apesar do sujeito ignorar as abordagens do agente durante quase toda a interação com o ambiente, as emoções expressadas pelo agente chama a atenção do usuário.

SUJEITO 10 – *O que compreende por expressão facial?* Interrogou a entrevistadora. E o sujeito respondeu: *“Mostra bastante coisa, é como falar”*. A entrevistadora pergunta: *Consegue perceber as expressões de uma pessoa?* E o sujeito responde: *“Consigo, as vezes tu fala alguma coisa e o corpo fala outra”*. A entrevistadora pergunta: *É importante as expressões para você em uma conversa?* O sujeito responde: *“Sim, as vezes está rindo, mas o olhar está triste”*.

Após a interação, o sujeito retornou com a entrevistadora: *O que achou do ambiente?* O sujeito responde: *"bem interessante"*, a entrevistadora: *O que mais chamou atenção no ambiente?* O sujeito responde: *"Foi as informações que possibilitou tirar algumas dúvidas que a gente tinha"*. A entrevistadora: *Somente isto?* O sujeito responde: *"também percebi que a bonequinha o tempo todo perguntava, colocava a mão na cintura, sorria, fazia as expressões"*. *E isto influenciou na sua atitude perante o ambiente?* Pergunta a entrevistadora. O sujeito responde: *"Sim, achei muito interessante ela fazer isso, como se fosse uma pessoa dizendo você não vai responder?...."*

A tática utilizada do ambiente com as expressões do agente foi positiva, já que o sujeito percebeu as mudanças do agente e estas interferiram em suas atitudes no ambiente.

CONCLUSÃO

A utilização de ambientes educacionais como prática pedagógica para o desenvolvimento cognitivo vem proporcionando atividades desafiadoras que oferecem maior motivação e entusiasmo nos processos de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, torna-se imperativa a adaptação dos dispositivos e do aparato do aprendizado aberto e a distância no cotidiano e no ordinário das organizações, como uma nova estratégia pedagógica, que incorpore as novas tecnologias e favoreça, ao mesmo tempo, os aprendizados individualizados e o aprendizado coletivo, em rede.

O presente estudo desenvolveu-se na perspectiva de uma prática pedagógica para capacitação nas organizações, visando qualidade da aprendizagem via Educação a Distância (EAD). Assim, com esta pesquisa, pôde-se concluir que a utilização do ambiente virtual de aprendizagem com o uso de um agente pedagógico expressando emoções é um recurso didático que traz contribuições ao processo de ensino-aprendizado, tornando o assunto atraente e prazeroso ao usuário.

Para avaliar a prática pedagógica, foi utilizado o método clínico de Piaget, onde a essência do método está em discernir entre os dados que nos dizem algo dos que apenas nos confundem, ou seja, situar cada resposta dentro do seu contexto mental, pois como na citação de Piaget (1926, p.11), "o bom experimentador deve, efetivamente, reunir duas qualidades muitas vezes incompatíveis: saber observar [...] e, ao mesmo tempo, saber buscar algo de preciso...".

Assim, a avaliação do ambiente dividiu-se em dois momentos: primeiro, a autora entrevista os usuários seguindo as perguntas como o anexo E, onde o objetivo foi analisar o conhecimento dos mesmos em relação às expressões faciais na interação. Segundo, a autora apresenta o ambiente aos usuários e fica observando-os. Eles interagem com o ambiente e, após, a autora volta a entrevistá-los individualmente, com o objetivo de analisar as percepções em relação às emoções do agente *Dóris* com a reação do sujeito.

Analisando os resultados da avaliação pelo método clínico de Piaget, descritos no capítulo 3, seção 3.4, percebe-se a importância da interação do agente com o usuário, na questão emocional, mesmo nos casos em que os sujeitos responderam nas entrevistas que não perceberam as expressões realizadas pelo agente *Dóris*, pois na observação, que também é uma técnica do método, verificou-se que estas foram importantes na interação do sujeito com o ambiente. As indagações feitas pelo agente chamaram a atenção dos sujeitos para o conteúdo, principalmente quando o agente lhes apresentava um questionamento sobre o assunto que estava sendo apresentado.

O método também possibilitou aos sujeitos sugerirem algumas modificações relativas à posição do agente *Dóris* no ambiente, como argumenta o sujeito 8 com a frase, “*ela poderia estar mais em cima em vez de estar em baixo [...]porque a gente fica atenta no conteúdo e deixa ela passar despercebida*”.

Assim, uma das principais contribuições desta pesquisa foi o desenvolvimento das emoções no agente pedagógico *Dóris*, atuando em um ambiente virtual de aprendizagem, e sua avaliação por um grupo de usuários. Seu propósito foi despertar, através das expressões, reações dos usuários em relação ao que está fazendo no ambiente, como, por exemplo, o que aconteceu com o sujeito 5, descrito no capítulo 3, seção 3.4, quando o agente expressou a emoção dúvida, um diferencial na compreensão do assunto abordado.

No estudo da afetividade em agentes pedagógicos, pode-se considerar três linhas de pesquisas: reconhecimento de emoções, expressão de emoções e análise de expressões. Esta dissertação teve como foco a expressão facial de emoções pelo agente pedagógico *Dóris*. A justificativa refere-se à análise do uso de um ambiente de aprendizagem, com um agente emocional, como prática pedagógica para uso em capacitações. A vantagem do uso de agentes pedagógicos emocionais está na busca de melhorias dos processos de interação com os usuários.

Portanto, pode-se citar que as 3 principais contribuições da pesquisa foram:

- A abordagem do agente pedagógico *Dóris* 3D com emoções.
- O uso de três abordagens diferentes para definição e construção das emoções: modelo OCC, modelo de Ekman e o Corpo Fala.

- O uso do método clínico de Piaget como ferramenta qualitativa de avaliação.

Como trabalhos futuros, diversas possibilidades podem ser exploradas:

- O agente trabalhar com a expressão verbal: Na versão atual, o agente faz suas indagações através de caixas de diálogos, com questões objetivas e, através desta interação com o usuário, expressa as suas emoções. Porém, seria motivador também uma interação verbal, para chamar mais a atenção do usuário facilitando a percepção do agente.
- Explorar mais a modelagem da expressão corporal do agente: Além do uso da expressão facial para refletir as emoções modeladas, explorar movimentos corporais, como, por exemplo, movimentação de braços e pernas.
- Realizar o processo de validação em três diferentes cenários: o uso do ambiente virtual de aprendizagem sem o agente pedagógico emocional, com o agente pedagógico sem expressar emoções e com o agente pedagógico expressando emoções. Desta forma, seria possível analisar se o uso de um agente pedagógico influencia na evolução do processo de aprendizagem de usuários.

O trabalho desenvolvido nesta dissertação já foi publicado como artigo completo no XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção com o título: *Capacitação em Organizações com o uso de Ambientes Virtuais de Aprendizagem* em outubro de 2009, realizado na cidade de Salvador, conforme o artigo do Anexo G; o artigo *Dóris 3D: Agente Pedagógico baseado em Emoções* em novembro de 2009 no XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação realizado em Florianópolis, conforme o Anexo H; e no III WAvalia - Workshop sobre Avaliação e Acompanhamento da Aprendizagem em Ambientes Virtuais, no âmbito do SBIE 2010, com o artigo *O Método Clínico de Piaget como forma de Avaliação da Aprendizagem em um Sistema Tutor Inteligente com Agente Pedagógico*, que ocorreu em novembro de 2010 na Paraíba, Anexo I.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. E. B. Incorporação da tecnologia de informação na escola: vencendo desafios, articulando saberes, tecendo a rede. In Moraes, M. C. (org.). *Educação a distância: fundamentos e práticas*. Campinas, SP: NIED/Unicamp, 2002.
- _____, L. S. *Inteligência: Definição e Medida*. Portugal, Cidine, 1994.
- ALVARES, L. O., Sichman, J. L., *Introdução aos Sistemas Multiagentes*, Jornada de Atualização em Informática (JAI 97), Porto Alegre, 1997
- AZEVEDO, E.; CONCI, A. *Computação Gráfica, teoria e prática*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- BERCH, M. Em direção a agentes pedagógicos com dimensões afetivas. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre, 2001.
- BEHAR, P. A.; et al. Avaliação de Ambientes Virtuais de Aprendizagem: O Caso do ROODA na UFRGS. In: *Revista Avances en Sistemas e Informática*, v. 4, p. 81-100, Bogatá, 2007.
- BISPO, P. *Educação Corporativa: uma realidade brasileira?* 2004. Disponível em: <http://www.rh.com.br/ler.php?cod=3990&org=1>, acesso em agosto de 2008.
- BORIN, M. P. Critérios para avaliação de desempenho do uso de um ambiente virtual de aprendizagem com agentes pedagógicos na área de geografia. Monografia, 2009.
- BRITO, A. *Blender 3D Guia do Usuário*. São Paulo: Novatec Editora, 2006.
- CARRAHER, T. N. *O método clínico: usando os exames de Piaget*. São Paulo: Cortez, 1989.
- DALFOVO, M. S.; VICENZI, T. K.; DOMINGUES, M. J. C. de S. *Ambiente virtual de aprendizagem: uma experiência no ensino de administração*. In: Congresso Virtual Brasileiro de Administração, 5, 2005, São Paulo. Anais... São Paulo, V CONVIBRA, 2005.
- DAHLMAN, C. J. “*A economia do conhecimento: implicações para o Brasil*”. in: *O Brasil e a Economia do Conhecimento*. Fórum Nacional, José Olympio Editora, Rio de Janeiro, 2002, pg. 162 - 197.
- DETERS, J. I.; OLDONI, A., FERNANDES, A. M. da R. *Bernardo - Agente Pedagógico do Sistema Tutor Inteligente Aplicado a Neurofisiologia*. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação [SBIE] XVII: Nov. 2006, Brasília (DF).

DELVAL, J. O método clínico de Piaget. In.: DELVAL, J. *Introdução à prática do método clínico*. Porto Alegre: Artmed, 2002, p. 53-78.

DRUCKER, P. *Desafios Gerenciais para o Século XXI*. São Paulo: Pioneira, 1999.

ELLIOT, C. *The Affective Reasoner: A Process Model of Emotions in a Multi-agent System the Institute for the Learning Sciences, Technical Report No.* PhD thesis, Northwestern University. 1999.

EKMANN, P. "Facial Expressions". Handbook of Cognition and Emotion. New York: John Wiley & Sons Ltd. Chapter 16, 1999. Disponível em: <http://www.paulekman.com>, acesso em outubro de 2009.

FERNANDES, W. *Avaliação de AVA*. 2006. Disponível em: <http://wiki.sintectus.com/bin/view/EaD/AvaliacaoAVAs>, acesso dezembro de 2008.

FOLEY, J. D. et al. *Introduction to computer graphics*. New York: Addison-Wesley, 1996.

FORMIGA, M. Educação a Distância no Brasil: O que está acontecendo nas empresas e escolas. *Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância*, Setembro/2003. Disponível em: <http://www.abed.org.br/publicue/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=1por&infol=816&sid=69>, acesso em setembro de 2008.

FROZZA, el al. *Ambiente Educacional Baseado em Estilos Cognitivos Aplicado ao Domínio da Geografia*. XVIII SBIE – Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, novembro de 2007.

_____, el al. *Dóris - Um Agente de Acompanhamento Pedagógico em Sistemas Tutores Inteligentes*. XII – Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2001.

GERALD, L., Clore and Storbeck, Justin Affect as Information for Social Judgment, behavior and memory. 2005

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2002.

GIRAFFA, L.M.M. *Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais*. Porto Alegre: UFRGS, 1999. (Tese de Doutorado)

JAQUES, P. A.; VICARI, R. M. Pat: Um agente Pedagógico Animado para Interagir Afetivamente com o Aluno. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, V.3 Nº 1, Maio, 2005.

_____; VICARI, R. M. *Estado da Arte em Ambientes Inteligentes de Aprendizagem que Consideram a Afetividade do Aluno*. 2005. Disponível em:

<http://ppginf.ucpel.tche.br/wesaac/Anais/Mini-cursos/mini-curso-jaques.pdf>, acesso em junho de 2010.

JOHNSON, L. et al. *Pedagogical Agents on the Web*. In: *ITS'98 Workshop on Pedagogical Agents*, 4 1998. Disponível em: <http://www.isi.edu/isd/ADE/papers/its98/ITS98-WW.htm>, acesso em novembro de 2008.

KENDALL, F. P.; CREARY, E. K. *Músculos, provas e funções*. Editora Manole, 1995.

KIPPER, L. M.; et al. Sistema de coleta seletiva e compostagem em um campus universitário. *XXXI Congreso Interamericano AIDIS*. Santiago – CHILE, Outubro de 2008.

LINO, N. L.; TEDESCO, P.; ROUSY, D. *Modelo de Percepção de Agentes Inteligentes baseados em Emoções*. 2006. Disponível em: <http://www.cin.ufpe.br/~sbgames/proceedings/files/ModelodePercep.pdf>, acesso em janeiro de 2010.

LITTO, F. M.; FORMIGA, M. *Educação a Distância: Estado da Arte*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.

LONGHI, M. et al. Um estudo sobre os fenômenos afetivos e cognitivos em interfaces para softwares educativos. In revista novas tecnologias na educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, porto alegre, V. 5, N. 1. 2007.

_____, M. T. Reconhecimento de Estados Afetivos do Aluno em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, Dezembro/2007, vol. 5 nº 2. Disponível em: <http://www.cinted.ufrgs.br/renote/dez2007/artigos/3bMagali.pdf>, acesso em agosto de 2008.

MARTINS, J. G. et al. *A transformação do ensino através do uso da tecnologia da educação*. In: XIX Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação, Rio de Janeiro, PUC. *Anais*, 1999.

MORAN, J. M. *Mudanças na Comunicação Pessoal: gerenciamento integrado da comunicação pessoal, social e tecnológica*. São Paulo: Paulinas, 1998.

MORAES, M. C. *O Paradigma Educacional Emergente*. 1996. 520f. Tese - Programa de Educação-supervisão e Currículo, PUC, São Paulo.

MORGADO, L. F. G. Integração de Emoção e Raciocínio em Agentes Inteligentes. 2005. Disponível em: http://docs.di.fc.ul.pt/jspui/bitstream/10455/3314/1/tese_dout_finalluisfilipemorgado.pdf, acesso junho de 2010.

OLIVEIRA, E.; TEDESCO, P.; *i-collaboration: Um modelo de colaboração inteligente personalizada para ambientes EAD*. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE 2007. Porto Alegre, 2007.

PEREIRA, A. Modelo de Adaptação de Ensino Utilizando Agentes Pedagógicos. Tese de Doutor em Ciência da Computação, 2004. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me001540.pdf>, acesso em agosto de 2010.

PIAGET, J. *A representação do mundo na criança*. Rio de Janeiro: Editora Record, 1926, p. 5-28.

_____. *Las estructuras matemáticas y las estructuras operatorias da la inteligencia*. In: PIAGET, at all. *La enseñanza de las matematicas*. Madrid: Aguilar, 1971. Cap.1, p.3 - 28.

_____. *A Representação do Mundo na Criança: com concurso de onze colaboradores*. Aparecida, São Paulo: Idéias & Letras, 2005.

PICARD, R. *Affective Computing*. Cambridge: MIT Press, 1997.

SILVA, T. G.; BERNARDI, G. Desenvolvimento de um objeto de aprendizagem apoiado por um agente pedagógico animado capaz de interagir afetivamente com o aluno. *Nuevas Ideas en Informática Educativa*: Santiago, 2009. v. 5, p. 61-71. Disponível em: [~;/<http://www.tise.cl/2009/tise_2009/pdf/8.pdf>](http://www.tise.cl/2009/tise_2009/pdf/8.pdf). Acesso em: 27 maio 2010.

SENGE, P. M. *A Quinta Disciplina - Arte, Teoria e Prática da Organização de Aprendizagem*. São Paulo, Best Seller, 1990. 352 p.

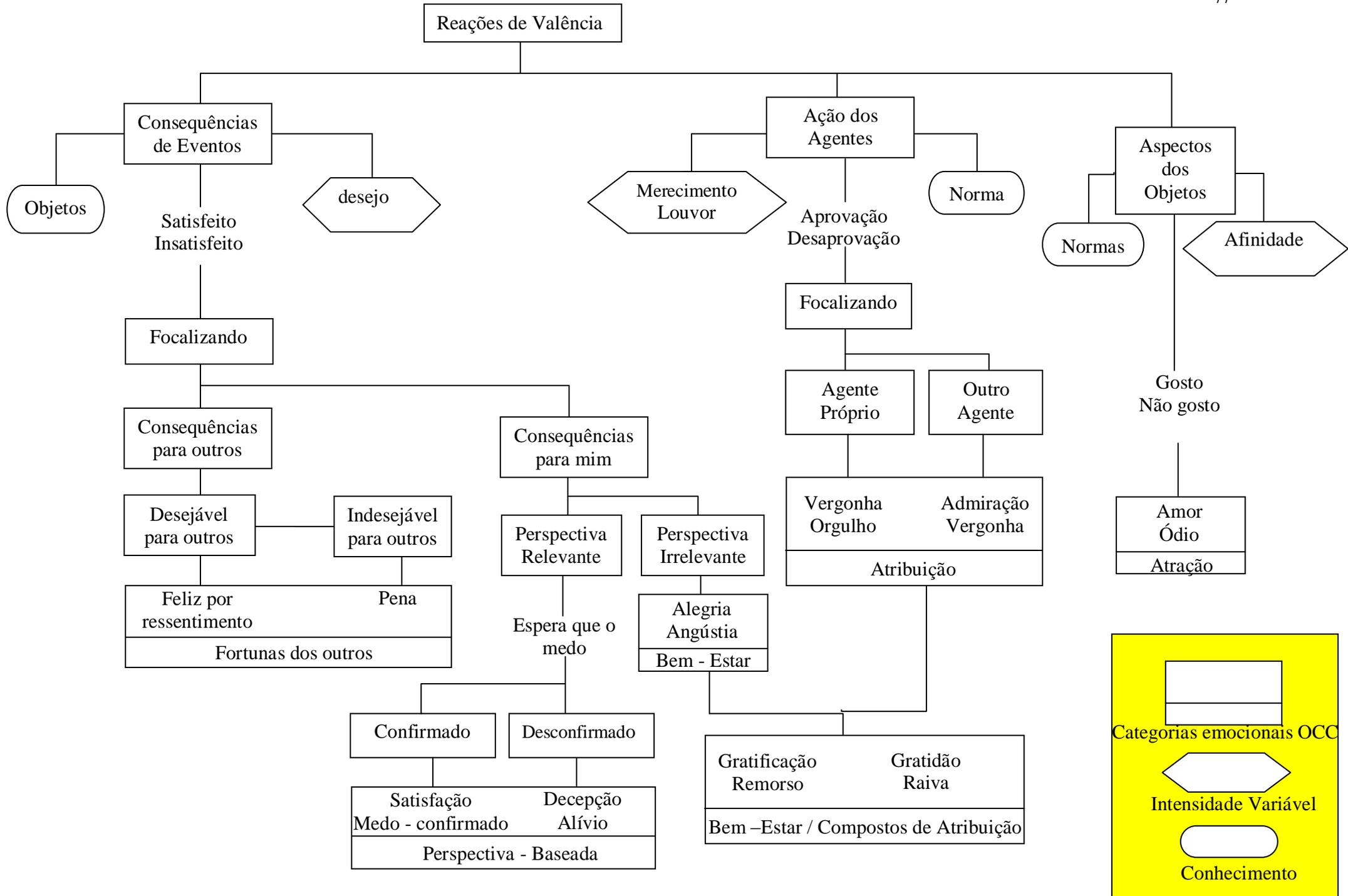
VALENTINI, C. B.; SOARES, E. M. do S. *Aprendizagem em Ambientes Virtuais: compartilhando idéias e construindo cenários*. Disponível em: <http://hermes.ucs.br/lavia/livro.html>, acesso em setembro de 2008.

VIEIRA, M. B.; LUCIANO, N. A. *Construção e reconstrução de um ambiente de aprendizagem para educação a distância*. Caxias do Sul, 2002. Disponível em http://www.abed.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=4abed&in_foid=178&sid=104&tpl=printerview, acesso em dezembro de 2008.

WEIL, P.; TOMPAKOW, R. *O corpo fala*. 64ª edição. Petrópolis: Vozes, 2008.

WILKENS, R. S., MORAES, M. C. *Estudo Comparativo dos Modelos de Emoções para Utilização em Agentes de Interface*. Disponível em: http://www.inf.pucrs.br/~petinf/homePage/publicacoes/documentos/relatorios%20tecnico/rod_rigo.wilkens_2006.pdf, acesso em dezembro de 2008.

ANEXO A - Cenário ilustrativo do funcionamento do modelo OCC



Categorias emocionais OCC

Intensidade Variável

Conhecimento

ANEXO B – Regras para o Agente Instrucional (Tutor)

(1) No momento que o agente verificar se o aluno pulou páginas:

Se o agente verificar que o aluno segue as páginas do material conforme o proposto

Então o agente verifica as táticas usadas

E armazenar esta informação – manter táticas

Se o agente verificar que o aluno pulou a página

Então o agente faz a pergunta:

O agente expressa emoção Expectativa

“Em relação a este conteúdo:”

() Você já o conhece

() Você não está interessado

Se o aluno responder “Você já o conhece”

Então o agente tutor sugere material complementar

E o agente tutor sugere que o aluno vá diretamente às páginas de exercícios

E o agente expressa emoção Atenção

(Esta regra é ativada de maneira aleatória no ambiente)

Se o aluno responder “Você não está interessado”

E o agente expressa emoção Tristeza

Então o agente verifica a tática usada na página pulada

E apresenta uma página correspondente no outro perfil (a mesma página)

E apresenta uma mensagem ao aluno, explicando a mudança de tática da aula

E o agente sugere material complementar

(Esta regra é ativada de maneira aleatória no ambiente)

Se o aluno responder “que quer passar pelo conteúdo com outra tática de ensino”

Então o agente verifica a tática usada na página pulada

E apresenta uma página correspondente no outro perfil (a mesma página)

E o agente expressa emoção Alegria

(2) Sempre que for sugerido “material complementar”:

Ao mostrar material complementar

Então armazenar esta informação

E agente expressa emoção Alegria

(3) De forma aleatória, durante a interação do aluno com o sistema:

O agente faz a pergunta:

“Você está com dificuldades na compreensão deste conteúdo?”

() Sim

() Não

Se o aluno responder “Não”

O agente expressa emoção Alegria

Então o agente sugere material complementar (para incentivar o aluno a pesquisar além do apresentado)

Se o aluno responder “Sim”

O agente expressa emoção Dúvida

Então o agente verifica a tática usada na página

E apresenta uma página correspondente no outro perfil

E o próprio agente apresenta, através de uma caixa de diálogo, uma explicação breve e geral do conteúdo

E armazenar a informação de que o aluno está com dificuldade

(a)

Se aluno responder “Sim” novamente (quando o agente refizer a pergunta)

O agente expressa emoção Surpresa

Então o agente faz a pergunta:

“Você sugere algumas dessas táticas para apresentação do conteúdo?”

texto imagem

som animação

exercícios exemplos

E armazena as táticas selecionadas pelo aluno

E apresenta/busca a página do conteúdo com uma das táticas selecionadas pelo aluno

(b)

Se aluno responder “Sim” novamente (quando o agente refizer a pergunta)

O agente expressa emoção Surpresa

Então o agente sugere material complementar

(4) De forma aleatória, durante a interação do aluno com o sistema:

O agente apresenta na tela, através de uma caixa de diálogo, um exercício para o aluno responder e o agente deve verificar a resposta do aluno.

O agente expressa emoção Dúvida

Se o aluno “acertou”

O agente expressa emoção Alegria

Então o agente apresenta uma mensagem de incentivo ao aluno

Se o aluno “errou”

O agente expressa emoção Expectativa

Então o agente faz a pergunta:

“Você sugere algumas dessas táticas para apresentação do conteúdo?”

texto imagem

som animação

exercícios exemplos

E armazena as táticas selecionadas pelo aluno

E apresenta/busca a página do conteúdo com uma das táticas selecionadas pelo aluno

E reapresenta o exercício para o aluno refazer

Se o aluno “errou” novamente

Então o agente sugere material complementar

O agente expressa emoção Atenção

(5)

Se o agente verificar que o aluno retornou a uma página já visitada, quando o aluno está na página de realização de exercícios

O agente expressa emoção Dúvida

Então o agente faz a pergunta: “Porque você retornou a esta página?”

() não compreensão do conteúdo/dúvidas

() para confirmar a resposta

E armazenar a informação de que o aluno retornou a páginas já visitadas

Se o aluno responder “para confirmar a resposta”

Agente expressa emoção Alegria

Se o aluno responder “não compreensão do conteúdo/dúvidas”

Agente expressa emoção Tristeza

Então o próprio agente apresenta, através de uma caixa de diálogo, uma dica rápida relacionada ao exercício

E reapresenta o exercício para o aluno refazer

Se o agente verificar que o aluno retornou a uma página já visitada, após já ter apresentado uma dica rápida

O agente expressa emoção alegria

Então o agente faz a pergunta:

“Você sugere algumas dessas táticas para apresentação do conteúdo?”

() texto () imagem

() animação

() exercícios () exemplos

E armazena as táticas selecionadas pelo aluno

E apresenta/busca a página do conteúdo com uma das táticas selecionadas pelo aluno

E reapresenta o exercício para o aluno refazer

O agente expressa emoção Expectativa

(6) Em relação ao tempo de permanência do aluno na página (pouco, muito). No evento de troca de página, o agente verifica o tempo que o aluno permaneceu na página.

O professor estima o tempo que o aluno deveria ficar em cada página e o agente usa estes tempos para comparar com os tempos do aluno efetivamente.

A idéia é “adaptar” o tempo de cada ao longo da interação deste com o sistema.

Estas informações vão ser cadastradas no ‘Aluno’:

- *pouco tempo*: menos de 20% do tempo estimado pelo professor

- *muito tempo*: dobro do tempo estimado pelo professor

(a)

Se o agente verificar que o aluno permaneceu pouco tempo na página

Então o agente faz a pergunta:

O agente expressa emoção Expectativa

“Em relação a este conteúdo:”

() Você já o conhece

() Você não está interessado

Se o aluno responder “Você já o conhece”

Então o agente tutor sugere material complementar

E o agente tutor sugere que o aluno vá diretamente às páginas de exercícios

E o agente expressa emoção Atenção

Se o aluno responder “Você não está interessado”

E o agente expressa emoção Tristeza

Então o agente verifica a tática usada na página pulada

E apresenta uma página correspondente no outro perfil (a mesma página)

E apresenta uma mensagem ao aluno, explicando a mudança de tática da aula

E o agente sugere material complementar

(Esta regra é ativada de maneira aleatória no ambiente)

(b)

Se o agente verificar que o aluno permaneceu muito tempo na página

O agente faz a pergunta:

“Você está com dificuldades na compreensão deste conteúdo?”

() Sim

() Não

Se o aluno responder “Não”

O agente expressa emoção Alegria

Então o agente sugere material complementar (para incentivar o aluno a pesquisar além do apresentado)

Se o aluno responder “Sim”

O agente expressa emoção Dúvida

Então o agente verifica a tática usada na página

E apresenta uma página correspondente no outro perfil

E o próprio agente apresenta, através de uma caixa de diálogo, uma explicação breve e geral do conteúdo

E armazenar a informação de que o aluno está com dificuldade

(a)

Se o aluno responder “Sim” novamente (quando o agente refizer a pergunta)

O agente expressa emoção Surpresa

Então o agente faz a pergunta:

“Você sugere algumas dessas táticas para apresentação do conteúdo?”

() texto () imagem

() som () animação

() exercícios () exemplos

E armazena as táticas selecionadas pelo aluno

E apresenta/busca a página do conteúdo com uma das táticas selecionadas pelo aluno

(b) Se o aluno responder “Sim” novamente (quando o agente refizer a pergunta)

O agente expressa emoção Surpresa

Então o agente sugere material complementar

ANEXO C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado para participar da pesquisa “**O Uso de Ambientes Virtuais de Aprendizagem com Agentes Pedagógicos Emocionais para Capacitação em Organizações**”.

Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não terá nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição (Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos Industriais – Mestrado. Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC).

O Objetivo desta pesquisa é realizar a validação de um ambiente virtual de ensino-aprendizagem com o uso de um agente pedagógico animado e emocional, no domínio de reciclagem.

Sua participação nesta pesquisa é utilizar o ambiente e interagir com o conteúdo disponibilizado sobre o domínio da reciclagem e com o agente pedagógico *Dóris*.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão descritas de forma a assegurar o sigilo sobre sua identificação.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e endereço institucional do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Mirceia Pereira Borin

Aluna do Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos Industriais da UNISC

Responsável pela Pesquisa

Fone: (51) 3056.2452

Sujeito da Pesquisa (nome e assinatura)

Validação realizada em: 30 de julho de 2010 nos Laboratórios de Informática da UNISC

ANEXO D - Questões sobre a separação de lixo, aplicadas aos sujeitos antes da capacitação.

- 1 Qual dos itens a seguir pode ser considerado lixo orgânico?
 - a) Saquinho de chá
 - b) Papel higiênico
 - c) Chiclete

- 2 Se gerado o resíduo deve ser
 - a) Se possível reutilizado
 - b) Encaminhado para locais adequados (associação de catadores, recicladores, ...)
 - c) Deixar na frente das nossas casas para posterior recolhimento

- 3 O vidro leva quantos anos para se decompor?
 - a) 10 anos
 - b) 100 anos
 - c) Tempo indeterminado

- 4 Podemos definir o lixo como coisas que podem ser úteis e aproveitáveis pelo homem?
 - a) SIM
 - b) NÃO

ANEXO E - Questões para a entrevistadora se basear antes da interação com o Ambiente Virtual de Aprendizagem, seguindo o método clínico de Piaget.

1. O que você compreende por expressão facial?

2. Quando você está conversando com alguém percebe as expressões da pessoa?

3. Qual a importância de uma expressão facial para você em uma conversa?

4. Quando você está conversado com alguém e esta pessoa sorri, o que sente?

5. Você acha que uma expressão facial poderia interferir em sua resposta? Por que?

6. Quando você está conversando com alguém, percebe se esta pessoa muda de expressão?

ANEXO F - Questões para a entrevistadora se basear, após a interação com o Ambiente Virtual de Aprendizagem, seguindo o método clínico de Piaget.

- 1) O que achou do ambiente?

- 2) O que mais lhe chamou atenção no ambiente em que interagiu hoje?

- 3) Percebeu alguma expressão facial do agente que se encontrava no ambiente?

**ANEXO G – Artigo apresentado no XXIX Encontro Nacional de Engenharia de
Produção**

XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO A Engenharia de Produção e o
Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão.
Salvador, BA, Brasil, 06 a 09 de outubro de 2009

CAPACITAÇÃO EM ORGANIZAÇÕES COM O USO DE AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Mirceia Pereira Borin (UNISC)

ceiaborin@yahoo.com.br

Rejane Frozza (UNISC)

frozza@unisc.br

Liane Mählmann Kipper (UNISC)

liane@unisc.br

Este artigo apresenta a proposta de utilização de um Ambiente Virtual de Aprendizagem para capacitação em organizações. O estudo de caso refere-se ao domínio da coleta seletiva e compostagem, uma importante questão ambiental, a tecnologia utilizada refere-se ao uso de um Agente Pedagógico, visando qualidade nos métodos de aprendizagem, que expresse emoções (alegria, tristeza, surpresa, entre outras) na interação com o usuário. O objetivo do uso destes ambientes é suprir as necessidades de otimização de tempo e recursos das organizações, mantendo resultados eficientes e de qualidade nos processos executados.

*Palavras-chaves: Ambientes Virtuais de Aprendizagem para Capacitação em Organizações,
Agentes pedagógicos com Emoções*

1. Introdução

Visando o contínuo processo de expansão e globalização, as organizações requerem inovação em seus segmentos, pois, com o mercado se tornando cada vez mais especializado, a preocupação em se qualificar profissionais tem sido grande entre as empresas. Cada vez mais pessoas são submetidas a treinamentos, cursos e especializações com o objetivo de gerar competências individuais e coletivas, agregando mais valor à empresa.

Segundo Moraes (1996, p.14), "uma das afirmações mais comuns hoje em dia é que o mundo está vivendo um processo de grandes transformações - profundas e aceleradas, onde tudo se modifica a cada dia".

Desta forma, busca-se otimização de tempo e de recursos, mas mantendo resultados eficientes e de qualidade nos processos executados. Uma realidade freqüente nas empresas hoje é o oferecimento de cursos de atualização e outras finalidades a seus funcionários, mas reuni-los em um tempo e período determinado pode tornar-se uma tarefa difícil, causando o não comparecimento e/ou empenho de muitos nos cursos oferecidos. Os fatores que ocasionam estes problemas podem ser: alguma tarefa prioritária a ser desenvolvida no momento; a não possibilidade de estar presente no horário do curso, entre outros.

Neste intuito, esse artigo foca seu estudo em ambientes virtuais de aprendizagem, voltados para capacitação em organizações, compostos por agentes inteligentes com expressões emocionais, a fim de oferecer maior motivação e entusiasmo nos processos de aprendizagem, gerando autonomia do treinamento e proporcionando atividades desafiadoras aos usuários.

Em termos gerais, o objetivo é desenvolver uma metodologia para capacitação em organizações, em seus cursos de qualificação e aperfeiçoamento, com o uso de um ambiente virtual de aprendizagem, inserindo a atuação de um agente pedagógico emocional, visando qualidade nos métodos de aprendizagem via Educação a Distância (EAD), e auxiliando de forma adequada na interação dos usuários com o ambiente, na sua aprendizagem e na melhoria do seu desempenho.

O artigo está organizado nas seguintes seções: a seção 2 faz uma descrição da importância do EAD nas organizações, destacando a utilização dos ambientes virtuais de aprendizagem, suas vantagens e características, a importância do uso de emoções nos agentes pedagógicos e, por fim, apresenta trabalhos já realizados neste contexto; a seção 3 aborda o método de pesquisa utilizado para o estudo de caso; a seção 4 apresenta uma descrição inicial sobre o domínio escolhido para o estudo de caso; a seção 5 descreve a metodologia proposta para capacitações a serem realizadas no sistema de coleta seletiva e compostagem; a seção 6 apresenta as considerações.

2. Fundamentação teórica

Esta seção tem por objetivo descrever alguns conceitos relacionados ao estudo proposto, entre eles: Educação a Distância (EAD), Ambientes Virtuais de Aprendizagem com Agentes Pedagógicos, Expressões Emocionais em Agentes Pedagógicos.

2.1 Educação a distância nas organizações

Como processo de incentivar ainda mais a busca pelo conhecimento entre seus profissionais, as Empresas contam com o suporte da EAD, tendo como diferencial a sua flexibilidade de tempo e espaço proporcionada (BISPO, 2004).

Assim, como afirma Formiga (2003), esse processo “é a revalorização do capital humano como fator de produção, tratado agora como um conceito mais abrangente de capital intelectual da empresa”, pois compreende o capital intelectual como a soma do conhecimento de todas as pessoas que compõem uma empresa, as pessoas passam a constituir seu ativo mais importante, e a gerência do ativo intelectual tornou-se, atualmente, a tarefa mais importante da produção.

Segundo as constatações de Litto e Formiga (2009), o treinamento constitui-se como um evento e não como rotina no cotidiano das organizações, e as metodologias utilizadas não contemplam a autonomia do treinamento no processo de aprendizagem.

Por esta razão, observa-se a importância das capacitações em organizações, que hoje estão sendo buscadas via EAD. Melhorar o treinamento pressupõe aprimorar os mecanismos de avaliação de resultados e de retorno sobre o capital investido na formação de pessoal e, nesse aspecto, a tecnologia oferece inúmeros aparatos de controle e mensuração da aprendizagem.

Para Dahlman (2002), economia do conhecimento é “aquela que estimula suas organizações e pessoas a adquirirem, criarem, disseminarem e usarem o conhecimento de modo mais eficiente para um maior desenvolvimento econômico e social”, que se dá através da constatação do surgimento de uma nova dinâmica competitiva e de novas exigências dentro do cenário econômico mundial. Diante desse fato, “há uma necessidade de contínua reestruturação da produção e distribuição nos níveis global, nacional e empresarial, e condições necessárias para aumentar a eficiência e a flexibilidade da economia e sua capacidade de reestruturar-se, reagir a novos desafios, permitir o surgimento de novas empresas e aproveitar as novas oportunidades para garantir que os benefícios sejam compartilhados pela sociedade”.

Uma das formas de oferecer um ambiente à distância adequado para capacitação é com o uso dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, pois podem ser usadas como ferramentas úteis na gestão e treinamento de recursos humanos, possibilitando agilidade e uma sensível diminuição de custos com rotinas de treinamento e reciclagem de pessoal.

2.2 Ambientes virtuais de aprendizagem

Conforme Martins et al. (1999), o computador apresenta várias virtudes, entre elas a de possibilitar as diversas formas de relação, enriquecendo as experiências dos indivíduos, colaborando, em seu desenvolvimento e possibilitando a construção do conhecimento pelo próprio sujeito, por meio de sua exploração autônoma e independente.

Assim, um AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) é constituído por uma infraestrutura tecnológica (interface gráfica, comunicação síncrona/assíncrona e outras funcionalidades) e por todas as relações (afetivas, cognitivas, simbólicas, entre outras) estabelecidas pelos sujeitos participantes, tendo como foco principal a aprendizagem (BEHAR et al., 2007).

Como salienta Fernandes (2006), AVAs são desenvolvidos para proporcionar a interatividade entre professor-aluno, aluno-aluno, mediado por computador, num processo colaborativo de aprendizagem mediada pelo professor, de forma a oferecer recursos (ferramentas) importantes para tal fim, conforme pode ser observado na Figura 1.

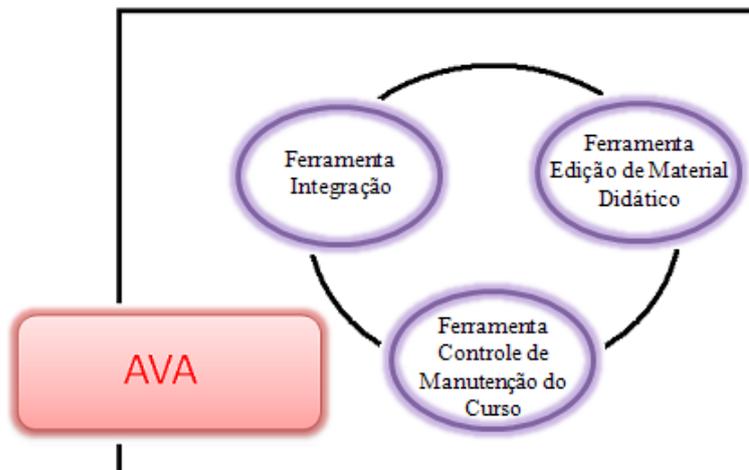


Figura1: Composição básica de um AVA
 Fonte: adaptado de [Fernandes, 2006].

As ferramentas de controle e manutenção permitem levantar alguns indicadores como: relatórios, registro de atividades e frequência do usuário. As ferramentas de interação atendem as mais variadas necessidades de comunicação, informação e interação, tanto síncronas (Chat, Tutor *Online*, ICQ interno), quanto assíncronas (Fórum, Lista de Discussão, Mural, Biblioteca Virtual) entre outros. E por fim, as ferramentas de edição de material didático possibilitam e facilitam a disponibilidade do material didático ao usuário.

Por esta razão, pode-se dizer que um AVA vai além da idéia de um conjunto de páginas educacionais na *Web*, mas que é um ambiente virtual de aprendizagem onde o espaço social é constituído de interações cognitivo-sociais sobre ou em torno de um objeto de conhecimento, que pode ser considerado como o assunto ou tema de estudo.

A expressão “ambiente virtual de aprendizagem”, como nas palavras de Valentini e Soares (2008), está relacionada ao desenvolvimento de condições, estratégias e intervenções de aprendizagem num espaço virtual na *Web*, organizado de tal forma que propicie a construção de conceitos, por meio da interação entre alunos, professores, ou seja, entre os usuários do ambiente e objeto de conhecimento.

Conforme Vieira e Luciano (2002), os AVAs precisam oferecer situações para que os alunos registrem suas anotações, resoluções, dificuldades, perguntas, enfim definindo sua caminhada na busca de novas idéias e descobertas, levando em conta o perfil do público alvo, que habilidades eles já têm e quais precisam desenvolver.

As ações do professor dentro dos AVAs podem ocorrer no mesmo sentido que o próprio AVA deve agir, ou seja, estimular a construção no sentido pessoal e social do conhecimento pelas interações e intervenções quando for o caso, a fim de controlar, ou até avaliar, o cronograma do conteúdo e atividades de aprendizagem.

Segundo Dalfovo; Vicenzi e Domingues (2005), os AVAs podem ser compreendidos por algumas de suas características, tais como:

- *Tempo*: refere-se ao tempo em que ocorre a atividade de aprendizagem.
- *Local*: refere-se à localização física para a atividade de aprendizagem.
- *Espaço*: refere-se ao conjunto de materiais e recursos disponíveis ao participante.

- *Tecnologia*: refere-se ao conjunto de ferramentas utilizadas na distribuição de materiais para a aprendizagem e na facilidade de comunicação entre os participantes.
- *Interação*: refere-se ao grau de contato e de troca educacional entre participantes e dos participantes com os instrutores.
- *Controle*: refere-se a quanto o participante pode controlar o andamento das atividades de aprendizagem.

Na evolução do desenvolvimento destes ambientes, o uso de Agentes Pedagógicos, que são agentes desenvolvidos para fins educacionais, com o objetivo de auxiliar os estudantes no processo de ensino-aprendizagem, fornecendo uma melhor interação e dinamismo para os ambientes, ganhou destaque como forma de auxílio e motivação aos usuários. Como salienta Moran (1998), construir conhecimento, hoje, significa compreender todas as dimensões da realidade, captando e expressando essa totalidade de forma ampla e integral.

2.3 Expressões emocionais em agentes pedagógicos

Segundo Longhi (2007), a pesquisa em Inteligência Artificial aplicada na Educação tem se mostrado muito ativa. Os atuais processos de ensino e aprendizagem humana e o advento de novas tecnologias para implantação de salas de aulas e mundos virtuais ensejaram uma nova interação social mediada por computadores. Disto deriva uma nova abordagem para os AVAs, que considera as relações emocionais.

Segundo o dicionário Aurélio Wilkens (2008), emoção é o ato de mover (moralmente), uma perturbação ou variação do espírito advinda de situações e que se manifestam como alegria, tristeza, outras. Também podendo ser um abalo moral, comoção, ou ainda, uma reação intensa e breve do organismo a um lance inesperado, a qual se acompanha de um estado afetivo de conotação penosa ou agradável.

Mas de acordo com Berch (2001), a emoção na computação implica em diferentes aspectos nos sistemas, desde o controle até a personalização de interfaces; da simulação de sistemas com emoções à representação de emoções, do estudo das emoções através de sistemas até pesquisas que envolvem emoções nas interações Homem-Máquina, que nos leva ao conceito de agentes emocionais, ou seja, agentes inteligentes que possuem características de afetividade, sem perder a capacidade de realizar raciocínios puramente intelectuais. Características estas que levam ao conceito de Sistemas Afetivos, que são sistemas desenvolvidos com algumas das capacidades de reconhecer, expressar, possuir ou desenvolver emoções.

Assim, vários sistemas educacionais têm buscado considerar as emoções do aluno/usuário através de inferência, ou seja, como define Marcuschi (1989), processos cognitivos que implicam a construção de representação semântica baseada na informação textual e no contexto, sendo justamente a capacidade de reconhecimento da intenção comunicativa do interlocutor, bem como responder emocionalmente a ele, através da geração de emoção.

Neste contexto, Longhi (2007) informa que os termos: emoção, estados de humor/ânimo, motivação, sentimento, paixão, personalidade, temperamento e outros tantos estão relacionados à afetividade; já os termos: razão, raciocínio, percepção, memória, compreensão, atenção, juízo, pensamento, linguagem, bom-senso e inteligência estão relacionados à cognição. A definição de cada um deles ainda provoca confusão, já que as dimensões afetivas

e cognitivas são estudadas em áreas de conhecimento diversas, e não em âmbito interdisciplinar. Porém, Wilkens (2008) afirma que se tem um ganho significativo quando emoções são utilizadas para agentes pedagógicos animados de interface, aumentando a ilusão de vida, pois a simples presença de características humanas faz com que as pessoas apliquem regras sociais para computadores. Em alguns casos, os usuários ficam emocionalmente engajados, tentando entender, controlar e prever o funcionamento do agente.

Agente este que, segundo Alvares (1997), é uma entidade real ou virtual, imersa num ambiente sobre o qual é capaz de agir, que dispõe de uma capacidade de percepção e de representação parcial deste ambiente, que pode se comunicar com outros agentes, e que possui um comportamento autônomo, ou seja, que raciocina sobre o ambiente, sobre os outros agentes e decide racionalmente qual objetivo deve perseguir e quais ações tomar.

2.4 Trabalhos relacionados

Nesta seção, apresentam-se alguns trabalhos relacionados ao tema de pesquisa abordado.

O trabalho de Deters et al (2006), apresenta o agente pedagógico animado denominado *Bernardo*, que está inserido no Sistema Tutor Inteligente (STI) de Neurofisiologia. O Sistema Tutor de Neurofisiologia é um *software* desenvolvido para estudantes de medicina ou áreas afins e pretende auxiliar no processo de ensino e aprendizado dos conteúdos relacionados à Fisiologia. A ferramenta destina-se a estudantes e profissionais da área da saúde, bem como o público em geral.

Já o trabalho de Jaques e Vicari (2005) apresenta um agente pedagógico animado, chamado *Pat*, que possui o objetivo de fornecer suporte emocional ao aluno: motivando-o e encorajando-o, fazendo-o acreditar em suas próprias habilidades e promovendo um estado de espírito mais positivo no aluno que, de acordo com psicólogos e pedagogos, é melhor para o seu aprendizado. Este suporte do agente, suas táticas afetivas, é expresso através de comportamentos emotivos e mensagens de encorajamento do personagem animado. Para escolher as táticas afetivas adequadas, o agente deve conhecer as emoções do aluno. O agente proposto infere as seguintes emoções do aluno: alegria/tristeza, satisfação/frustração, raiva/gratidão e vergonha, a partir do comportamento observável do aluno, isto é, das ações do aluno na interface do sistema educacional.

Através dos estudos realizados, nota-se que quando se utiliza uma nova metodologia de ensino através de EAD com agentes inteligentes, se tem a possibilidade de um grande ganho na aprendizagem, ainda mais quando estes agentes expressam emoções, auxiliando, muitas vezes, na tomada de decisão do usuário.

3. Metodologia

O presente trabalho refere-se a uma pesquisa exploratória e experimental. Segundo Gil (2002), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema e um maior conhecimento para o pesquisador acerca do assunto, a fim de que esse possa formular problemas mais precisos ou criar hipóteses que possam ser pesquisadas por estudos posteriores. E a pesquisa experimental, quando se determina um objeto de estudo, seleciona as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, define as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

Assim como a história da humanidade mostra que as transformações da economia e da sociedade sempre atuaram como fatores propulsores de inovação, em todas as áreas do conhecimento, verifica-se que uma parte dessas transformações é a busca da valorização do homem, através da qualidade de vida e no trabalho.

Nesse contexto, as tecnologias podem ser vistas como um componente para unir forças dentro das organizações, facilitando entre outros, informações e conhecimento, já que, segundo Drucker (1999; p.83), a “informação tornou-se o princípio organizador da produção”.

Portanto, justifica-se a importância da elaboração de um modelo de capacitação em organizações através de um ambiente virtual de aprendizagem, que possa se adequar ao perfil de cada usuário da organização, motivando-o a cada expressão demonstrada pelo agente pedagógico na sua interação com o sistema.

Pretende-se com esta metodologia, alcançar os objetivos referentes à proposta deste trabalho, reunindo as tecnologias computacionais e de educação para adequar e propor melhorias em programas de capacitações nas organizações, em diferentes domínios.

4. Estudo de caso: sistema de coleta seletiva e compostagem

Esta seção descreve as primeiras idéias sobre o domínio escolhido para a validação referente à proposta de desenvolvimento de uma metodologia para capacitações usando ambientes virtuais de aprendizagem com agentes pedagógicos emocionais. O domínio refere-se à coleta seletiva e compostagem.

4.1 Histórico

Conforme Kipper (2008), por meio da parceria entre o Núcleo de Pesquisa e Extensão em Gerenciamento de Recursos Hídricos, Coordenação do Campus e o Grupo de Pesquisa em Reciclagem de Plásticos, é desenvolvido o Projeto da Coleta Seletiva e Sistema de Compostagem em um *campus* universitário brasileiro. O projeto iniciou em 2002 e tem por objetivo a destinação correta e separação dos resíduos gerados na universidade, conforme a Resolução 275/2001 do CONAMA.

Este projeto obedece três elos da coleta seletiva: *educação ambiental, logística e destinação*. Assim, o processo de implantação da coleta seletiva dentro do *campus* universitário começou com a análise do mercado reciclador para os resíduos gerados. Após este processo, a logística, ou seja, o planejamento do fluxo dos resíduos dentro e fora da universidade. Porém, estas ações não seriam eficientes se não fossem as atividades de educação ambiental promovidas pelo projeto. A manutenção do projeto é realizada constantemente, verificando-se os três elos.

Em 2005, foi adicionado ao projeto o sistema de compostagem do *campus*, onde através de um processo biológico de decomposição, os resíduos orgânicos se transformam em um composto que é utilizado como condicionador do solo nos jardins da universidade, melhorando as propriedades do solo. O Projeto da Coleta Seletiva e Sistema de Compostagem proporcionam um destino correto aos materiais, evitando que estes sejam encaminhados ao aterro sanitário, aumentando sua vida útil.

Além das atividades que vêm sendo desenvolvidas desde 2002, um diferencial do ano de 2007 foram as atividades de educação ambiental que ocorreram no *campus* da universidade, visando à otimização do processo de separação dos resíduos. Neste sentido, ações de difusão das ações realizadas foram priorizadas com o desenvolvimento de um *link* na página da universidade, onde

são disponibilizadas informações a respeito do projeto, dicas e ainda experiências com redução, reutilização e reciclagem.

Algumas capacitações foram realizadas com os funcionários responsáveis pelo recolhimento dos resíduos sólidos da universidade, tendo como objetivo auxiliar os mesmos, tirando dúvidas, atendendo às sugestões, qualificando, assim, a separação dos resíduos. Capacitações presenciais foram realizadas, como pode ser observado na figura 2.



Figura 2 – Capacitação dos funcionários da Universidade
Fonte: Kipper, 2008.

Portanto, realizar capacitações na educação ambiental proporciona uma visão mais ampla sobre a questão dos resíduos sólidos, bem como suas influências sobre o meio ambiente, viabilizando mudanças de hábitos, para o benefício de nosso planeta.

5. Capacitação através de um AVA com agente pedagógico emocional

Esta seção apresenta a proposta de uma metodologia para capacitações a serem realizadas no sistema de coleta seletiva e compostagem.

5.1. Proposta para capacitação

A vertiginosa evolução e utilização das novas tecnologias da informação vêm provocando transformações nas concepções de Ciência e impulsionando as pessoas a conviverem com a idéia de aprendizagem vitalícia, sem fronteiras e sem pré-requisitos. Tudo isso implica em novas idéias de conhecimento, de ensino e de aprendizagem.

Assim, este trabalho propõe modelar e desenvolver as capacitações na plataforma do Sistema Tutor Inteligente (STI), do projeto de pesquisa de um grupo de professores do departamento de Informática de uma Universidade proposto por Frozza et al(2007), que é um ambiente computacional voltado à educação, que utiliza agentes inteligentes para personalização do conteúdo, quanto à forma de apresentação, para os diferentes perfis de usuários.

Pode-se observar na figura 3 uma intervenção do agente *tutor*, neste caso, na disciplina de Geografia, a partir de uma ação realizada pelo aluno no ambiente. O agente *tutor* faz questionamentos ao aluno, sugere materiais complementares, revisão do conteúdo, apresenta dicas, entre outros.



Figura 3 - . Tela do Sistema Tutor Inteligente – intervenção do agente *tutor*
Fonte: Frozza, 2007.

Segundo Johnson (1998), agentes inteligentes animados possuem duas vantagens nos ambientes educacionais: aumentam a capacidade de comunicação entre os usuários e o computador e atraem a sua atenção, motivando-os com o uso de gestos, por exemplo.

A idéia principal é tornar o agente *tutor* animado, expressando emoções, como: felicidade em momentos que o usuário faça os exercícios, tristeza quando passe pelo conteúdo despercebido, entre outras emoções, que contribuam para o processo de ensino-aprendizagem, sem deixar de levar em conta a proposta de uma metodologia para capacitações nas organizações em ambientes virtuais.

As emoções trabalhadas no agente foram determinadas por estudos na área e pelos objetivos referentes à capacitação em organizações.

Inicialmente, serão utilizadas as emoções apresentadas na Tabela 1: alegria, tristeza, expectativa, indignação, surpresa, atenção e dúvida. Cada emoção apresenta a descrição relacionada da expressão do agente pedagógico.

A seguir, se descreve alguns exemplos de quando cada emoção é expressa pelo agente no ambiente de interação com o aluno:

- *Expressão de alegria*: em momentos que o usuário acerta os exercícios; acessa o sistema; segue a seqüência das páginas.
- *Expressão de tristeza*: quando o usuário errar os exercícios.
- *Expressão de expectativa*: nos questionamentos do agente para o aluno.
- *Expressão de indignação*: no momento que o sistema ficar muito tempo ocioso.
- *Expressão de surpresa*: quando o agente companheiro aparece, se o aluno desabilitar o agente.
- *Expressão de atenção*: quando o aluno estiver realizando os exercícios.

- *Expressão de dúvida*: se o aluno pular de página; quando o agente interferir com uma pergunta.

Expressão	Descrição
Alegria	Sobrançelas relaxadas. Boca aberta e os cantos da boca voltados para cima. Olhos brilhantes.
Tristeza	Parte interior das sobrançelas (perto do nariz) elevada. Olhos ligeiramente fechados. A boca relaxada.
Expectativa	Olhos atentos para frente. Boca (sorriso lábios fechados). Mãos: uma segurando a outra ou no queixo. Sobrançelas levantadas (distensão do músculo orbicular mais contração do frontal).
Indignação	As sobrançelas e pálpebras estão relaxadas. O lábio superior eleva-se de modo assimétrico fazendo uma pequena curva. Mãos na cintura.
Surpresa	Sobrançelas elevadas. Pálpebras superiores muito abertas e as inferiores muito relaxadas. A boca fica aberta, descendo o maxilar inferior.
Atenção	Cotovelos apoiados na mesa, com uma mão apoiado o rosto e a outra com os dedos na boca. Olhos atentos para frente. Sobrançelas levantadas (distensão do músculo orbicular mais contração do frontal).
Dúvida	Lábios em bico. Uma mão na cabeça.

Tabela 1 - Características das expressões do agente

6. Considerações

Neste artigo apresentamos os resultados dos primeiros estudos referentes à inclusão de emoções no agente tutor do Ambiente e construção da base de conhecimento sobre o domínio proposto. Dos estudos iniciais observamos que a importância das expressões durante a interação entre as pessoas faz um diferencial na compreensão do assunto abordado, porém saber qual expressão utilizar e em qual momento é um grande desafio.

As especificações e modelagem das emoções dos agentes estão sendo realizadas, juntamente com a construção de páginas sobre o domínio da coleta seletiva e compostagem. Após a conclusão destas fases, o próximo passo da pesquisa é inserir o agente emocional no ambiente virtual de aprendizagem, e fazer a sua validação com uma amostra dos usuários.

Pretende-se, com os resultados da avaliação, possuir subsídios para melhorias no ambiente e na interação entre usuários, ambiente e agente pedagógico emocional. Também será foco a visão da organização na utilização de ambientes deste tipo para futuras capacitações internas.

Referências

ALVARES, L. O., Sichman, J. L. *Introdução aos Sistemas Multiagentes*, Jornada de Atualização em Informática (JAI 97), Porto Alegre, 1997

BERCH, Magda. Em direção a agentes pedagógicos com dimensões afetivas. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre, 2001.

BEHAR, P. A.; et al. Avaliação de Ambientes Virtuais de Aprendizagem: O Caso do ROODA na UFRGS. In: *Revista Avances en Sistemas e Informática*, v. 4, p. 81-100, Bogatá, 2007.

BISPO, P. *Educação Corporativa: uma realidade brasileira?* Disponível em: <http://www.rh.com.br/ler.php?cod=3990&org=1>, acesso em agosto de 2008.

DALFOVO, Michael S.; VICENZI, Túlio K.; DOMINGUES, Maria J. C. de S. *Ambiente virtual de aprendizagem: uma experiência no ensino de administração*. In: Congresso Virtual Brasileiro de Administração, 5, 2005, São Paulo. Anais... São Paulo, V CONVIBRA, 2005.

DAHLMAN, C. J. “*A economia do conhecimento: implicações para o Brasil*”. in: *O Brasil e a Economia do Conhecimento*. Fórum Nacional, José Olympio Editora, Rio de Janeiro, 2002, pg. 162 - 197.

DETERS, Janice Inês; OLDONI, Alisson, FERNANDES, Anita M. da R. Bernardo - *Agente Pedagógico do Sistema Tutor Inteligente Aplicado a Neurofisiologia*. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação [SBIE] XVII: Nov. 2006, Brasília (DF).

DRUCKER, P. *Desafios Gerenciais para o Século XXI*. São Paulo: Pioneira, 1999.

FERNANDES, Woquiton. *Avaliação de AVA*. Novembro, 2006. Disponível em: <http://wiki.sintectus.com/bin/view/EaD/AvaliacaoAVAs>, acesso dezembro de 2008.

FORMIGA, Marcos. Educação a Distancia no Brasil: O que está acontecendo nas empresas e escolas. *Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância*, Setembro/2003. Disponível em: <http://www.abed.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=1por&infoid=816&sid=69>, acesso em setembro de 2008.

FROZZA, et al. *Ambiente Educacional Baseado em Estilos Cognitivos Aplicado ao Domínio da Geografia*. XVIII SBIE – Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, novembro de 2007.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2002.

JAQUES, Patrícia Augustin; VICARI, Rosa Maria. Pat: Um agente Pedagógico Animado para Interagir Afetivamente com o Aluno. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, V.3 Nº 1, Maio, 2005.

JOHNSON, L. et al. *Pedagogical Agents on the Web*. In. *ITS'98 Workshop on Pedagogical Agents*, 4 1998. Disponível em: <http://www.isi.edu/isd/ADE/papers/its98/ITS98-WW.htm>, acesso em novembro de 2008.

KIPPER, Liane Máhlmann; et al. Sistema de coleta seletiva e compostagem em um campus universitário. *XXXI Congreso Interamericano AIDIS*. Santiago – CHILE, Outubro de 2008.

LITTO, Fredric M.; FORMIGA Marcos. Educação corporativa: educação e treinamento nas empresas. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.

LONGHI, Magalí T. Reconhecimento de Estados Afetivos do Aluno em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, Dezembro/2007, vol. 5 nº 2. Disponível em: <http://www.cinted.ufrgs.br/renote/dez2007/artigos/3bMagali.pdf>, acesso em agosto de 2008.

MARTINS, J. G. et al. *A transformação do ensino através do uso da tecnologia da educação*. In: XIX Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação, Rio de Janeiro, PUC. Anais, 1999.

MORAN, J. M. *Mudanças na Comunicação Pessoal: gerenciamento integrado da comunicação pessoal, social e tecnológica*. São Paulo: Paulinas, 1998.

MORAES, M. C. *O Paradigma Educacional Emergente*. 1996. 520f. Tese - Programa de Educação-supervisão e Currículo, PUC, São Paulo.

MARCUSCHI, L. A.. *O processo inferencial na compreensão de textos*. Relatório Final apresentado ao CNPq. Programa de Pós-graduação em Letras e Linguística, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1989.

VALENTINI, Carla Beatris; SOARES, Eliana Maria do Sacramento. *Aprendizagem em Ambientes Virtuais: compartilhando idéias e construindo cenários.* Disponível em: <http://hermes.ucs.br/lavia/livro.html>, acesso em setembro de 2008.

VIEIRA, Martha B.; LUCIANO, Naura A. *Construção e reconstrução de um ambiente de aprendizagem para educação a distância.* Caxias do Sul, 2002. Disponível em <http://www.abed.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=4abed&inford=178&sid=104&tpl=printerview>, acesso em dezembro de 2008.

WILKENS, Rodrigo S., MORAES, Márcia C. *Estudo Comparativo dos Modelos de Emoções para Utilização em Agentes de Interface.* Disponível em: www.inf.pucrs.br/~petinf/homePage/publicacoes/documentos/relatorios%20tecnico/rodrigo.wilkens_2006.pdf, acesso em dezembro de 2008.

**ANEXO H – Artigo apresentado no XX Simpósio Brasileiro de Informática na
Educação**

Dóris 3D: Agente Pedagógico baseado em Emoções

Rejane Frozza¹, Andréa Konzen da Silva¹, Beatriz Lux¹, Marcia E. J. Kniphoff da Cruz¹, Mirceia Borin¹

¹Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC

Departamento de Informática

Av. Independência, 2293- CEP 96640-000 - Santa Cruz do Sul – RS

{frozza, andrea, lux, mcruz@unisc.br, ceiaborin@yahoo.com.br}

Abstract. *This paper presents the proposal of modeling and development of pedagogical agent Dóris in 3D, expressing emotions (joy, sadness, surprise, among others) in the interaction of the students with a virtual environment of learning. The initial results are described with the study of affectivity and emotions, and the first animated expressions of Dóris.*

Resumo. *Este artigo apresenta a proposta de modelagem e desenvolvimento do agente pedagógico Dóris em 3D, expressando emoções (alegria, tristeza, surpresa, entre outras) na interação dos estudantes com um ambiente virtual de aprendizagem. Os resultados iniciais são descritos, com o estudo sobre afetividade e emoções, e as primeiras expressões animadas da Dóris.*

Palavras-chave. *Sistemas tutores inteligentes, afetividade em agentes, agentes pedagógicos.*

1. Introdução

A vertiginosa evolução e utilização das novas tecnologias da informação vêm provocando transformações nas concepções de Ciência e impulsionando as pessoas a conviverem com a idéia de aprendizagem vitalícia, sem fronteiras e sem pré-requisitos. Tudo isso implica em novas idéias de conhecimento, de ensino e de aprendizagem.

Neste intuito, esse artigo foca seu estudo em ambientes virtuais de aprendizagem, composto por agentes inteligentes pedagógicos com expressões emocionais, a fim de oferecer maior motivação e entusiasmo nos processos de aprendizagem, gerando autonomia e proporcionando atividades desafiadoras aos estudantes.

A pesquisa sendo desenvolvida já resultou em um ambiente virtual de aprendizagem com o agente pedagógico tutor *Dóris*, utilizado com estudantes em Escolas. Parte-se agora para o objetivo de desenvolver a *Dóris* como um agente pedagógico emocional, com expressões em 3D, visando qualidade nos métodos de aprendizagem por meio de sistemas virtuais e auxiliando de forma adequada na interação dos estudantes com o ambiente, na sua aprendizagem e na melhoria do seu desempenho.

O artigo está organizado nas seguintes seções: a seção 2 faz uma descrição sobre afetividade e emoções; a seção 3 aborda os agentes pedagógicos; a seção 4 apresenta a descrição da proposta e desenvolvimento do agente emocional *Dóris*; a seção 5 apresenta as considerações.

2. Emoções

A Computação Afetiva é a área da computação que está relacionada com os aspectos que influenciam as emoções [Picard 1997]. Este campo da Inteligência Artificial está dividido em dois ramos: um em que são estudados mecanismos para reconhecimento de emoções em máquina através da interação homem-computador e, outro, em que é feita a síntese de emoções através da simulação de emoções em máquina.

A afetividade é todo o domínio das emoções propriamente ditas, dos sentimentos das emoções, das experiências sensíveis e, principalmente, da capacidade em se poder entrar em contato com sensações. Dessa maneira, pode-se dizer que a emoção surge partir das experiências vividas pelo ser humano e dos objetos de seu pensamento.

Emoções podem ser caracterizadas por reações expressivas, como sorrisos, cenho franzido, dentes trincados; por reações fisiológicas, como aumento dos batimentos cardíacos, produção de lágrimas, calores e vermelhidão no rosto; por comportamentos instrumentais, como correr, buscar “o conforto da mamãe”, juntar as mãos; por comportamentos instrumentais situacionais, como digitar com força desmesurada uma tecla, gritar um impropério qualquer; por cognições, como pensamento de injustiça para si ou para outros, sensação de impotência frente a problemas; e por sentimentos que integram os fenômenos fisiológicos e cognitivos, como a tristeza (sensação de um aperto no peito, lágrimas nos olhos e a lembrança do evento que gerou tais sensações) [Bercht 2001].

A emoção não possui uma definição específica, sendo assim diferenciada dos outros estados afetivos através de algumas de suas características, tais como resposta breve, resultado de uma avaliação de um evento e outros [Jaques 2004].

Conforme [Scherer 1999], as emoções são disparadas e diferenciadas por uma avaliação subjetiva de um evento, situação ou objeto, chamada de *appraisal*, sobre a qual é baseado o Modelo OCC [Ortony, Clore e Collins 1988]. Esses autores consideram as emoções reações com valência a eventos, agentes ou objetos, cuja natureza particular é determinada pela maneira em que a situação é disparada. Como exemplos de emoções, podem ser citadas a raiva, a tristeza, a alegria, o medo, o desespero e a vergonha.

O modelo OCC é baseado na teoria cognitivista das emoções e pode ser facilmente implementado computacionalmente [Jaques 2004]. Conforme [Ortony, Clore e Collins 1988], uma vez implementado em máquina, esse modelo pode ajudar a entender quais emoções as pessoas experimentam sob quais condições. As emoções são divididas em três categorias, de acordo com cada estímulo: reações a eventos, reações aos agentes e reações aos objetos. Cada categoria possui conhecimento e intensidade própria, sendo o conhecimento separado de acordo com a categoria: para aqueles que são reações a eventos por objetivos, para aqueles que são ações de agentes por padrões e, para os que são causados por aspectos de outros agentes por atitudes. Foram identificadas 22 emoções que estão organizadas em pares; cada par é formado por uma emoção com valência positiva e a sua contrária com valência negativa.

Ainda em relação à modelagem afetiva do aluno, [Conati 2002] e seu grupo, trabalham com uma abordagem semelhante, especialmente envolvendo jogos educacionais. O agente é modelado com a finalidade de tomar decisões com base em sua teoria sobre o aluno, representando suas decisões de tutoria em função dos estados emocionais do aluno. Essas decisões e o conhecimento do agente são representados por meio de uma Rede de Decisão Dinâmica (*DDN – Dinamic Decision Net*), que inclui o fator tempo durante o uso do ambiente. Salienta-se que, neste trabalho, o agente pedagógico possui o objetivo de apoiar o aluno durante a fase de “treino individual” nas atividades do jogo.

Desta forma, um avanço nos ambientes virtuais de aprendizagem é desenvolver agentes pedagógicos que expressem emoções, a fim de tornarem-se mais afetivos aos olhos dos estudantes que interagem com o sistema.

3. Agentes Pedagógicos em Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Conforme [Martins et al. 1999], o computador apresenta várias virtudes, entre elas a de possibilitar as diversas formas de relação, enriquecendo as experiências dos indivíduos, colaborando em seu desenvolvimento e possibilitando a construção do conhecimento pelo próprio sujeito, por meio de sua exploração autônoma e independente.

Assim, um AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) é constituído por uma infraestrutura tecnológica (interface gráfica, comunicação síncrona/assíncrona e outras funcionalidades) e por todas as relações (afetivas, cognitivas, simbólicas, entre outras) estabelecidas pelos sujeitos participantes, tendo como foco principal a aprendizagem [Behar et al., 2007].

Como salienta [Fernandes 2006], AVAs são desenvolvidos para proporcionar a interatividade entre professor-aluno, aluno-aluno, mediado por computador, num processo colaborativo de aprendizagem mediada pelo professor, de forma a oferecer recursos (ferramentas) importantes para tal fim.

Na evolução do desenvolvimento destes ambientes, o uso de Agentes Pedagógicos, que são agentes desenvolvidos para fins educacionais, com o objetivo de auxiliar os estudantes no processo de ensino-aprendizagem, fornecendo uma melhor interação e dinamismo para os ambientes, ganhou destaque como forma de auxílio e motivação aos usuários. Como salienta [Moran 1998], construir conhecimento, hoje, significa compreender todas as dimensões da realidade, captando e expressando essa totalidade de forma ampla e integral.

[Jaques 2004; Lester 2007] dizem que os agentes pedagógicos animados têm sido empregados em ambientes de aprendizagem por terem um forte apelo de motivação, justamente por terem meios de interagir de maneira mais antropomórfica através de gestos e expressões faciais emocionais. A motivação e a afetividade são aspectos essenciais a serem considerados na interação do usuário com o ambiente, porque têm influência direta no processo de aprendizagem [Izard 1984; Vygotsky 1962; Goleman 1995].

Conforme [Kampff 2005] um agente pedagógico atua no sentido de auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem, observando as ações do usuário e interagindo com o mesmo, caracterizando-se como um tutor de conteúdos ou estratégias mais adaptadas ao perfil do usuário.

4. Desenvolvimento da *Dóris 3D* com Emoções

Esta seção apresenta a proposta de desenvolvimento do agente pedagógico *Dóris* [Santos 2002] com visualização e movimentos em 3D, expressando um conjunto de emoções na interação com os estudantes.

A arquitetura da *Dóris*, ilustrada na figura 1, reflete os seguintes módulos: perceptivo, cognitivo e reativo. Também, possui uma base de conhecimento interna sobre as táticas de ensino disponíveis no ambiente em relação a um material instrucional.

O módulo perceptivo é o responsável pela extração e armazenamento das informações referentes à interação do estudante com o sistema. É através dele que é realizada a tarefa de monitoração das ações do estudante. Este módulo verifica, entre outros fatores:

- A hora de início e término da interação entre estudante e sistema; páginas visitadas pelo estudante e tempo de permanência em cada uma destas páginas.
- As dificuldades encontradas pelo estudante na realização da aula; opinião do estudante em relação aos elementos utilizados na preparação da aula (se o estudante gostou ou não).
- As preferências do estudante em relação ao conjunto de elementos a serem aplicados em aulas posteriores.
- As dúvidas encontradas pelo estudante no decorrer da aula.

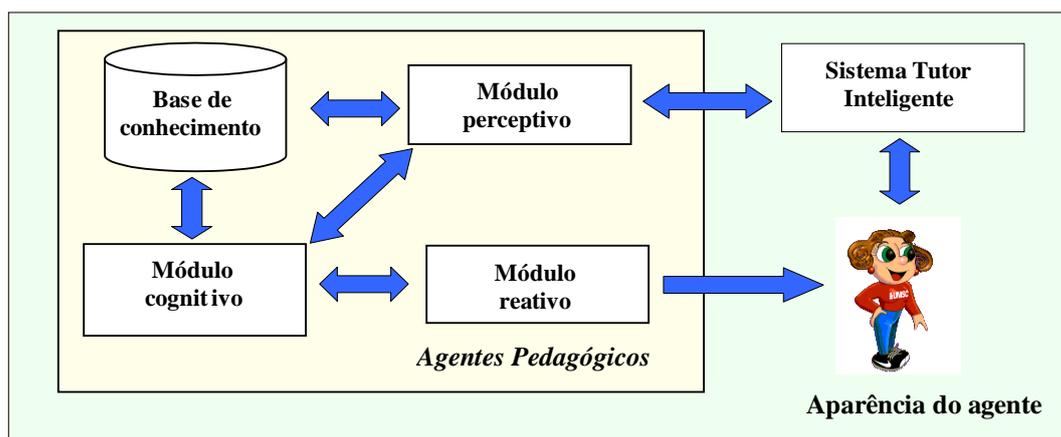


Figura 1 – Arquitetura do Agente Pedagógico Dóris

O módulo cognitivo é o responsável por realizar as inferências sobre a base de conhecimento, determinando quais as ações devem ser executadas pelo agente, a partir de suas percepções. É através deste módulo que é feita a escolha das mensagens que serão emitidas pelo agente na sua interação com o estudante.

O módulo cognitivo entra em ação nas seguintes situações, por exemplo:

- Seleção de mensagens a serem enviadas ao estudante em momentos esporádicos, tais como dicas e lembretes.
- Seleção de perguntas para verificar se o estudante está com dificuldades ou não.
- Seleção de perguntas para verificar se o estudante está gostando ou não da interação e dos elementos usados na exposição da aula.
- Seleção de respostas do agente às respostas do estudante.
- Seleção de mensagens a serem enviadas ao estudante quando este deixa de visitar uma página.
- Seleção das mensagens a serem enviadas ao estudante quando o agente for ativado ou desativado, tais como mensagens de boas vindas e de despedida.

O módulo reativo é o responsável por executar as ações indicadas pelo módulo cognitivo. Ainda, estabelece a interface dos agentes com o estudante. É por meio deste módulo que são efetivamente apresentadas as mensagens dos agentes aos estudantes.

A *Dóris* ainda possui um *módulo de tomada de decisão*, que é responsável por analisar as características do estudante e relacioná-las com as táticas de ensino a serem utilizadas para a apresentação do material instrucional. Tem sua ativação através de regras de produção, na qual as condições são as características dos estudantes e as ações são as táticas de ensino.

4.1. Proposta da Dóris com Emoções

Assim, este trabalho propõe modelar e desenvolver o agente pedagógico *Dóris* 3D com emoções no Sistema Tutor Inteligente (STI) do projeto de pesquisa de um grupo de professores do departamento de Informática de uma Universidade, proposto por [Frezza et al. 2007], que é um ambiente computacional voltado à educação, que utiliza agentes inteligentes para personalização do conteúdo, quanto à forma de apresentação, para os diferentes perfis de usuários.

Nas regras de produção do *módulo de tomada de decisão* da *Dóris* com emoções, foram incluídas as emoções a serem expressas pela *Dóris* durante a execução das suas ações de interação com os estudantes. Acredita-se que as emoções reflitam nos aspectos de

aprendizagem dos estudantes, já que a interação torna-se mais próxima da realidade de interação entre agentes reais.

Pode-se observar na figura 2 uma intervenção do agente tutor Dóris, neste caso, na disciplina de Geografia, a partir de uma ação realizada pelo estudante no ambiente. O agente tutor faz questionamentos ao estudante, sugere materiais complementares, revisão do conteúdo, apresenta dicas, entre outros. A proposta é refinar o agente, com expressões animadas que reflitam as suas emoções durante a interação com estudantes.

Segundo [Johnson 1998], agentes inteligentes animados possuem duas vantagens nos ambientes educacionais: aumentam a capacidade de comunicação entre os usuários e o computador e atraem a sua atenção, motivando-os com o uso de gestos, por exemplo.



Figura 2 - Tela do Sistema Tutor Inteligente – intervenção do agente tutor

A idéia principal é tornar o agente tutor animado, expressando emoções, como: felicidade em momentos que o usuário faça os exercícios, tristeza quando passe pelo conteúdo despercebido, entre outras emoções, que contribuam para o processo de ensino-aprendizagem, sem deixar de levar em conta a proposta de uma metodologia para capacitações nas organizações em ambientes virtuais.

As emoções trabalhadas no agente foram determinadas por estudos na área e pelos objetivos referentes a processos de ensino-aprendizagem.

Inicialmente, serão utilizadas as emoções apresentadas na Tabela 1: alegria, tristeza, expectativa, indignação, surpresa, atenção e dúvida. Cada emoção apresenta a descrição relacionada da expressão do agente pedagógico.

A seguir, se descreve alguns exemplos de quando cada emoção é expressa pelo agente no ambiente de interação com o estudante:

- *Expressão de alegria:* em momentos que o usuário acerta os exercícios; acessa o sistema; segue a seqüência das páginas.
- *Expressão de tristeza:* quando o usuário errar os exercícios.
- *Expressão de expectativa:* nos questionamentos do agente para o estudante.
- *Expressão de indignação:* no momento que o sistema ficar muito tempo ocioso.

- *Expressão de surpresa*: quando o agente companheiro aparece, se o estudante desabilitar o agente.
- *Expressão de atenção*: quando o estudante estiver realizando os exercícios.
- *Expressão de dúvida*: se o estudante pular de página; quando o agente interferir com uma pergunta.

Tabela 1 - Características das expressões do agente

Expressão	Descrição
Alegria	Sobrelhas relaxadas. Boca aberta e os cantos da boca voltados para cima. Olhos brilhantes.
Tristeza	Parte interior das sobrelhas (perto do nariz) elevada. Olhos ligeiramente fechados. A boca relaxada.
Expectativa	Olhos atentos para frente. Boca (sorriso lábios fechados). Mãos: uma segurando a outra ou no queixo. Sobrelhas levantadas (distensão do músculo orbicular mais contração do frontal).
Indignação	As sobrelhas e pálpebras estão relaxadas. O lábio superior eleva-se de modo assimétrico fazendo uma pequena curva. Mãos na cintura.
Surpresa	Sobrelhas elevadas. Pálpebras superiores muito abertas e as inferiores muito relaxadas. A boca fica aberta, descendo o maxilar inferior.
Atenção	Cotovelos apoiados na mesa, com uma mão apoiado o rosto e a outra com os dedos na boca. Olhos atentos para frente. Sobrelhas levantadas (distensão do músculo orbicular mais contração do frontal).
Dúvida	Lábios em bico. Uma mão na cabeça.

4.2. Modelagem da Dóris 3D

Para modelagem e animação do agente pedagógico foi escolhida a ferramenta *Blender 3D*, desenvolvida e mantida pela *Blender Foundation* [<http://www.blender.org/>]. Sua escolha foi definida considerando o fato de ser um *software* de código aberto, disponível sob licença GNU (*General Public License*), multiplataforma e cuja comunidade tem se empenhado em manter constante sintonia com os avanços da área, permitindo o desenvolvimento de um produto final de boa qualidade, comparável às ferramentas comerciais usadas na produção de animações.

O uso de uma ferramenta como o *Blender 3D* possibilita a criação de animações usualmente classificadas como modelagem por computador. Nestes casos, o computador pode ser responsável por todo o processo de controle da geração da animação, cabendo ao animador determinar os atores, o ambiente e as ações que serão executadas [Brito 2006].

Na modelagem da forma do agente foi utilizada a técnica de malha poligonal [Foley 1996] onde se buscou uma representação com pequeno número de polígonos para agilizar sua posterior renderização, conforme mostra a figura 3.

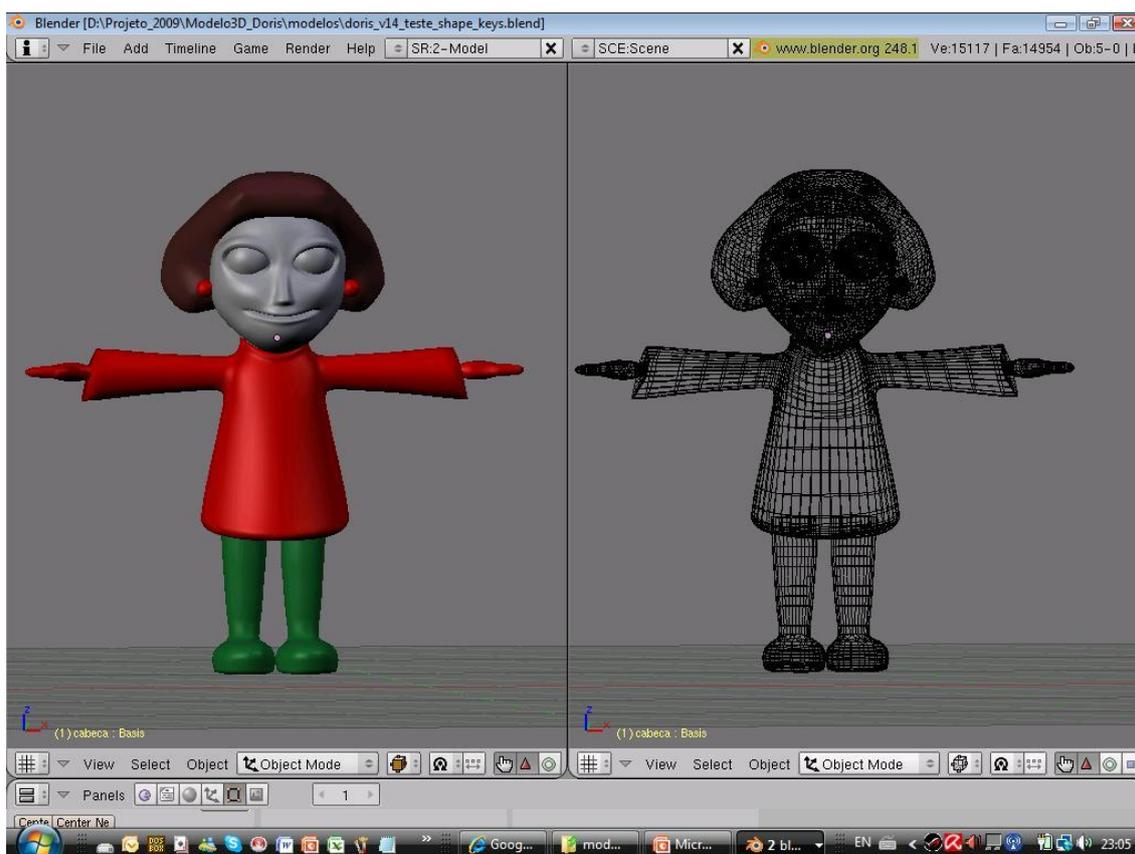


Figura 3 - Modelagem da malha que dá forma ao agente

A animação do agente prevê o uso da técnica conhecida como *key frame* [Azevedo 2003]. Neste tipo de animação, o animador determina as poses do objeto para cada quadro-chave e o computador realiza a interpolação, calculando os quadros intermediários, ou *in-betweens*, que representam as poses que o objeto deverá apresentar entre os quadros-chaves.

Para simular os movimentos do personagem, incluindo braços, pernas e todas as expressões faciais previstas, foram introduzidas estruturas conhecidas como *bones*, disponibilizados pelo *Blender* através do objeto *Armature* (Figura 4). É uma técnica de animação geralmente utilizada em objetos articulados, que usa cinemática inversa [Azevedo 2005] e restrições de objetos rígidos, e que agiliza o processo de deformação da malha.

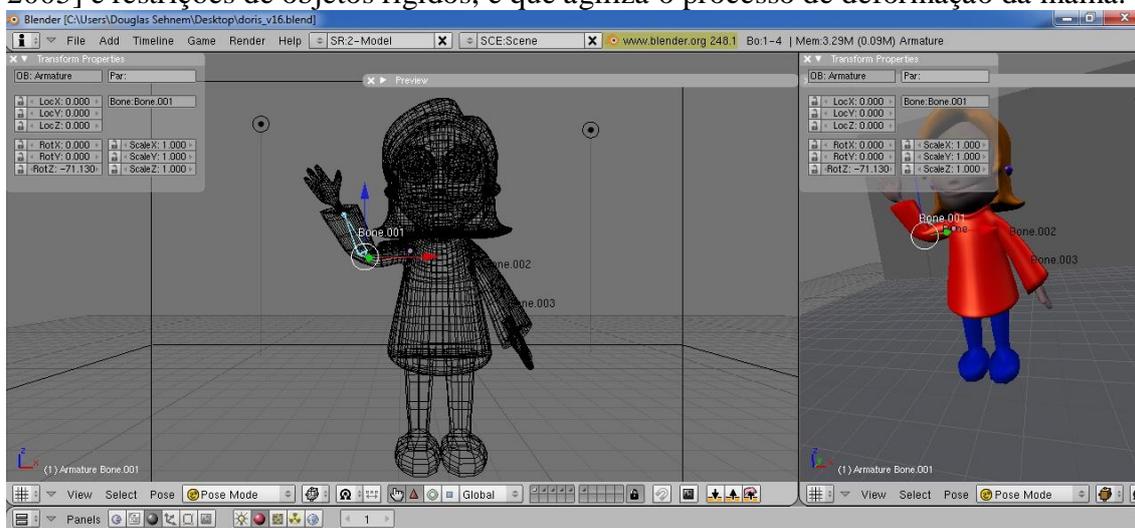


Figura 4 - Detalhe da aplicação de *bones* na malha do agente

5. Considerações

Neste artigo, foram apresentados os resultados dos primeiros estudos referentes à inclusão de emoções no agente tutor *Dóris*. Dos estudos iniciais, é possível observar que a importância das expressões durante a interação entre as pessoas faz um diferencial na compreensão do assunto abordado, porém saber qual expressão utilizar e em qual momento é um grande desafio.

As especificações e modelagem das emoções dos agentes estão sendo realizadas, juntamente com os processos de animação correspondentes. Após a conclusão destas fases, o próximo passo da pesquisa é inserir o agente animado e emocional no ambiente virtual de aprendizagem, e fazer a sua validação com uma amostra dos usuários.

Preende-se, com os resultados da avaliação, possuir subsídios para melhorias no ambiente e na interação entre usuários, ambiente e agente pedagógico emocional.

7. Referências

- Azevedo, Eduardo, et al. Desenvolvimento de jogos 3D e aplicações em realidade virtual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- Azevedo, Eduardo; CONCI, Aura. Computação Gráfica, teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- Behar, P. A.; et al. Avaliação de Ambientes Virtuais de Aprendizagem: O Caso do ROODA na UFRGS. In: Revista Avances en Sistemas e Informática, v. 4, p. 81-100, Bogotá, 2007.
- Bercht, M.. Em Direção a Agentes Pedagógicos com Dimensões Afetivas. Tese (Doutorado em Ciência da Computação). Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- Brito, A. Blender 3D Guia do Usuário. São Paulo: Novatec Editora, 2006.
- Fernandes, Woquiton. Avaliação de AVA. Novembro, 2006. Disponível em: <http://wiki.sintectus.com/bin/view/EaD/AvaliacaoAVAs>, acesso dezembro de 2008.
- Conati, C. Probabilistic Assessment of User's Emotions in Educational Games. Journal of Applied Artificial Intelligence, special issue on "Merging Cognition and Affect in HCI", v. 16, n. 7-8, 2002.
- Foley, James D. et al. Introduction to computer graphics. New York: Addison-Wesley, 1996.
- Frozza, et al. Ambiente Educacional Baseado em Estilos Cognitivos Aplicado ao Domínio da Geografia. XVIII SBIE – Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, novembro de 2007.
- Goleman, D. Emotional Intelligence, New York: Bantam Books, 1995.
- 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, 1984. p. 17-37.
- Jaques, P.A. Using an Animated Pedagogical Agent to Interact Affectively with the Student. 2004. Tese (Doutorado em Ciência da Computação). Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- Johnson, L. et al. Pedagogical Agents on the Web. In. ITS'98 Workshop on Pedagogical Agents, 4 1998. Disponível em <http://www.isi.edu/isd/ADE/papers/its98/ITS98-WW.htm>, acesso em novembro de 2008.

- Kampff, A.J. C. ET AL. Relação entre o Perfil do Usuário e a Escolha do Perfil do Tutor. In: *Novas Tecnologias da Educação*. V. 3 N° 1, Maio, 2005
- Lester, J.; Voerman, J. L.; Towns, S. G.; Callaway, C. B. Cosmo: A life-like animated pedagogical agent with deictic believability. In: *IJCAI97 Workshop on Animated Interface Agents: Making them Intelligent*. Proceedings. Nagoya, 1997.
- Martins, J. G. et al. A transformação do ensino através do uso da tecnologia da educação. In: *XIX Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação*, Rio de Janeiro, PUC. Anais, 1999.
- Moran, J. M. *Mudanças na Comunicação Pessoal: gerenciamento integrado da comunicação pessoal, social e tecnológica*. São Paulo: Paulinas, 1998.
- Ortony, A.; Clore, G.L.; Collins, A. *The cognitive structure of emotions*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- Picard, R. *Affective Computing*. Cambridge: MIT Press, 1997.
- Santos, C.T; Frozza, R.; Dahmer, A.; Gaspar, L.P.. Dóris – Pedagogical Agent in Intelligent Tutoring Systems. In: *Intelligent Tutoring Systems Conference*. Biarritz: Springer-Verlag, 2002. p. 91-104.
- Scherer, K. Appraisal Theory. In: DALGLEISH, T.; POWER, M. (ed.). *Handbook of Cognition and Emotion*. New York: John Wiley & Sons, 1999.
- Vygotsky, L.S. *Thought and Language*. Cambridge. MA: MIT Press, 1962.

ANEXO I – Artigo apresentado no III WAvalia - Workshop sobre Avaliação e Acompanhamento da Aprendizagem em Ambientes Virtuais, no âmbito do SBIE 2010

O Método Clínico de Piaget como forma de Avaliação da Aprendizagem em um Sistema Tutor Inteligente com Agente Pedagógico

Andréa Konzen da Silva^{1,2}, Rejane Frozza¹, Mirceia Pereira Borin¹, Kurt Molz¹, Jacques Schreiber¹, Beatriz Lux¹, Amanda Brum de Carvalho¹, Jorlei Baierle¹

¹Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC
Departamento de Informática
Av. Independência, 2293- CEP 96640-000 - Santa Cruz do Sul – RS
(51) 3717.7393

²Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Av. Paulo Gama, 110 - prédio 12105 - 3º andar sala 332
90040-060 - Porto Alegre (RS) - Brasil

andreakon@ufrgs.br, {frozza,kurt,jacques,lux}@unisc.br, ceiaaborin@yahoo.com.br,
abrum.work@gmail.com, jorleib@bol.com.br

Abstract. This paper presents the proposal of evaluating of the learning in an intelligent tutoring system, using Piaget Clinical Method. This educational environment has a pedagogical animated intelligent agent, expressing emotions (joy, sadness, surprise, among others) and it was used by an user group in the garbage recycling area. Aspects of the results of the application of the method are described in order to contribute in the teaching-learning process.

Resumo. Este artigo apresenta uma proposta de avaliação da aprendizagem em um Sistema Tutor Inteligente usando o método clínico de Piaget. Este ambiente educacional conta com a atuação de um agente pedagógico tutor animado, expressando emoções, e foi utilizado por um grupo de usuários que interagiram no domínio da coleta seletiva e compostagem. Aspectos dos resultados da aplicação do método são descritos, a fim de contribuir no processo de ensino-aprendizagem.

1. Introdução

O uso do computador na sala de aula tem proporcionado maior diversificação no modo de transmitir e receber conhecimento, promovendo a motivação do aluno no seu aprendizado. A aplicação dos computadores ao ambiente de ensino-aprendizagem proporciona um questionamento nos métodos e práticas educacionais tradicionais, bem como possibilita o uso de programas educacionais condizentes às expectativas dos alunos, à cultura e à realidade do presente (Cutmore, Hine, Maberly, Langford & Hawgood 2000); (Lee, Cheng, Rai, Depickere 2004); (Rau, Choog, Salvendy 2004).

Os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) são ambientes educacionais com o propósito de auxiliar no processo de aprendizagem do aluno. Desde a década de 80 existem vários estudos com evidências substanciais, indicando que o uso de sistemas tutores inteligentes melhora o desempenho dos alunos que frequentam esses ambientes, em relação àqueles que frequentam a sala de aula tradicional (Anderson 2004; 2008).

Nos STI, os agentes pedagógicos, que tem como principal objetivo a comunicação com o aluno, fazem parte da missão pedagógica do sistema (Giraffa 1999). Além disso, os agentes pedagógicos animados têm sido empregados em ambientes de aprendizagem por terem um forte apelo de motivação, justamente por terem meios de interagir de maneira mais antropomórfica através de gestos e expressões faciais emocionais (Jaques 2004; McQuinggan 2007).

Para garantir a eficiência dos ambientes educacionais no processo de aprendizagem do estudante, é importante considerar a avaliação da aprendizagem como uma etapa obrigatória do processo educacional. Esta avaliação se encontra intimamente ligada à gestão da aprendizagem dos estudantes.

A vertiginosa evolução e utilização das novas tecnologias da informação vêm provocando transformações nas concepções de Ciência e impulsionando as pessoas a conviverem com a idéia de aprendizagem vitalícia, sem fronteiras e sem pré-requisitos. Tudo isso implica em novas idéias de conhecimento, de ensino e de aprendizagem.

Neste intuito, esse artigo aborda a avaliação de ambientes virtuais de aprendizagem, composto por agentes inteligentes pedagógicos com expressões emocionais, empregando-se o método clínico de Piaget, a fim de analisar o processo de ensino-aprendizagem e contribuir para a sua melhoria.

O artigo está organizado nas seguintes seções: a seção 2 aborda os estilos cognitivos e as táticas de ensino disponíveis no ambiente; na seção 3 descreve-se o agente pedagógico *tutor*, com a expressão de emoções; a seção 4 apresenta o ambiente educacional utilizado na avaliação; a seção 5 apresenta a proposta de avaliação da aprendizagem e; a seção 6 apresenta as considerações finais.

2. Os Estilos Cognitivos Abordados

Pesquisas que tratam das diferenças individuais têm ganhado destaque na perspectiva dos estilos cognitivos de personalidade e estilos de aprendizagem.

Os estilos cognitivos e de aprendizagem dizem respeito à forma e não ao conteúdo do que se pensa, sabe, percebe, lembra, aprende ou decide. Entretanto, os estilos de aprendizagem estão mais relacionados à forma como o aluno processa a informação na resolução de problemas; já no estilo cognitivo se sobressai a maneira como os alunos interagem em condições de aprendizagem, abrangendo aspectos cognitivos, afetivos, físicos e ambientais, que favorecem o processamento de informações.

Estilo cognitivo indica como a pessoa recebe e processa as informações para chegar ao conhecimento e está diretamente relacionado com a personalidade de cada pessoa.

As dimensões que compõem o estilo cognitivo caracterizam a forma consistente e distinta que um indivíduo possui para codificação, armazenamento e utilização de informações. Uma das principais características do estilo cognitivo de uma pessoa é a forma de aproximação que esta realiza do conteúdo a ser aprendido, denominada independência/dependência de campo. De acordo com Chou, Chan e Lin (2003), essa é uma dimensão que se refere a uma tendência para se aproximar do ambiente de forma analítica em oposição à global. Assim, em pontos extremos, identificam-se dois estilos bem definidos em relação a essa dimensão: o dependente e o independente de campo. O estilo independente de campo tem como característica a análise específica, com criação de uma síntese própria, aprendizagem individual e facilitada quando o conteúdo é apresentado em série, com pistas internas para ajudar o aluno a resolver os problemas. Já o estilo dependente de campo

apresenta dificuldades em separar a parte do todo, logo, o aluno realiza sínteses genéricas e superficiais (globais), possui percepção geral do campo aguçada e aprendizagem cooperativa.

Nos estudos sobre estilos cognitivos, utiliza-se um Inventário de Estilo Cognitivo e o *Group Embedded Figures Test* – GEFT. Entretanto, esse teste não foi traduzido para o português, logo não está padronizado para a população brasileira. A fim de manter algumas das características medidas no Inventário e no GEFT, utilizou-se o Teste Ross de Processos Cognitivos, visto que este está padronizado para a população brasileira e tem como um dos objetivos principais a avaliação do desempenho individual dos estudantes quanto aos processos de pensamento (Ross & Ross 1976). O Teste de Ross foi concebido para medir três habilidades gerais (Análise, Síntese e Avaliação), sendo que em cada um dos oito subtestes (Analogias, Raciocínio Dedutivo, Premissas Ausentes, Relações Abstratas, Síntese Sequencial, Estratégias de Questionamento, Análise de Informações Relevantes e Irrelevantes, e Análise de Atributos) habilidades específicas são definidas, conforme apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Categorias avaliadas pelo Teste de Ross, que constam na estrutura da Taxonomia dos Processos Educacionais – propostas por Bloom (1976)

Habilidades Gerais Medidas		
Análise	Síntese	Avaliação
Analogias Premissas ausentes Análise de informação relevante e irrelevante	Relações abstratas Síntese seqüencial Análise de atributos	Raciocínio dedutivo Estratégias de questionamento

Fonte: Teste de Ross de Processos Cognitivos/Manual de Ross, J.D.; Ross C.M., Direitos para o Brasil – Instituto Técnico Psicológico SP. LTDA – 1997 (Instituto Pieron)

A identificação dos estilos cognitivos abordados no ambiente educacional desenvolvido foi realizada por meio de um estudo empírico com alunos da graduação, com a aplicação do Teste de Ross. Os objetivos deste estudo foram: identificar características de raciocínio e estratégias de aprendizagem; comparar as características identificadas na amostra com uma das dimensões que caracteriza o estilo cognitivo (dependência/independência de campo) para gerar as variáveis referentes ao estilo cognitivo do aluno, necessárias para a modelagem no sistema tutor inteligente (ambiente educacional).

Para a realização do estudo foram convidados a participar alunos universitários de diferentes semestres, com idades entre 18 e 40 anos, de ambos os sexos, compondo uma amostra intencional de 193 universitários de diferentes semestres (114 dos cursos de bacharelado e licenciatura em Computação e 79 do curso de Psicologia). Destaca-se que foi escolhida uma amostra de alunos universitários porque o sistema tutor inteligente poderá ser aplicado tanto a nível educacional médio como superior.

A partir da análise dos resultados desse estudo empírico, tomando-se como ponto de referência as médias em cada um dos subtestes do Teste de Ross, foram geradas duas categorias de estilo cognitivo principais, baseadas nas características da dimensão dependência/independência de campo, conforme a tabela 2.

Tabela 2. Categorias de estilos cognitivos

Categoria A – Independente de campo	Categoria B – Dependente de campo
Aproximação analítica	Aproximação global
Motivação interna	Percepção global
Aprendizagem individual	Aprendizagem em grupo
Auto definição dos objetivos	Determinação externa dos objetivos

Tabela 3. Relação entre estilos cognitivos e táticas de ensino

Teste de Ross	Estilo A	Estilo B
	Raciocínio Dedutivo Premissas Ausentes Análise de Atributos	Análise de Informação Relevante e Irrelevante Análise de Atributos Premissas Ausentes
Agrupamento das táticas	Verbal	Imagética
	Exemplos com textos Exemplos com som e textos Frasas a serem organizadas Selecionar colunas (texto) Verdadeiro/falso Escolha múltipla Texto com perguntas Preencher lacunas (texto)	Exemplos com figuras Exemplos com figuras e som Figuras a serem organizadas Relacionar colunas (figuras) Preencher lacunas (figuras) Textos com trechos destacados Textos com figuras relacionadas Texto com som

As táticas de ensino desenvolvidas, segundo as características dos estilos cognitivos, e utilizadas na apresentação do material instrucional, são apresentadas na tabela 3. Observa-se a relação entre os dois estilos cognitivos identificados, a partir do estudo empírico e considerando-se os três subtestes com as maiores médias em cada um dos grupos, com as táticas de ensino abordadas no ambiente educacional.

3. *Dóris* – Agente Pedagógico Tutor com Emoções

O agente pedagógico *Dóris* faz a coleta de informações do usuário através de sua interação, tanto em termos de estudo do conteúdo instrucional quanto em relação à realização dos exercícios. A partir destes dados, o agente pedagógico apresenta sugestões, com a finalidade de melhorar a aprendizagem, ou seja, faz uma avaliação implícita, apresentando ao usuário um *feedback*.

Estudos foram realizados para a aplicação de emoções no agente tutor *Dóris*, pois segundo Johnson (1998), agentes inteligentes animados possuem duas vantagens nos ambientes educacionais: aumentam a capacidade de comunicação entre os estudantes e o computador; e atraem a atenção dos estudantes e os motivam, sendo um novo paradigma para os ambientes de ensino.

Sete emoções foram escolhidas para modelagem e desenvolvimento do agente tutor *Dóris* no ambiente virtual de aprendizagem, alegria, tristeza, expectativa, dúvida, atenção, surpresa e indignação. Estas emoções foram escolhidas com base do modelo OCC (Ortony, Clore e Collins, 1988), da teoria do livro “O Corpo Fala” (Weil; Tompakow, 2008) e do autor Ekman (1999), pois as emoções não são apenas representadas pela face, mas também pelo corpo.

Por exemplo, a figura 1 apresenta a expressão de expectativa do agente *Dóris*. Esta emoção, utilizada sempre que o agente espera uma resposta do usuário, é também interpretada como uma motivação, pois como pode ser observado na figura 1, no quadro 3, o ar de sorriso com os olhos atentos para frente, as sobrancelhas levantadas e as mãos na boca, espera uma resposta positiva do usuário.

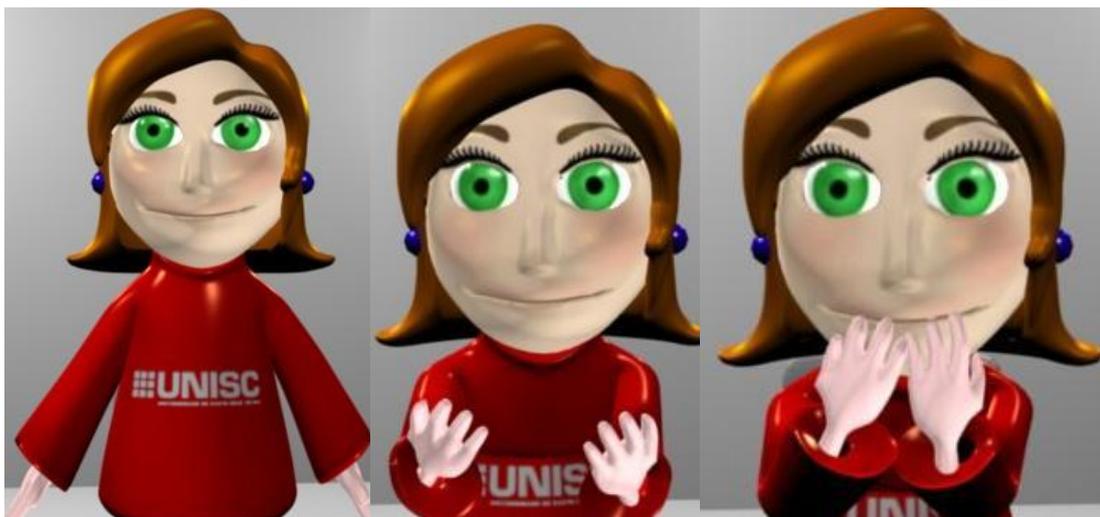


Figura 1 – Expressão de expectativa da Dóris no ambiente virtual de Aprendizagem.

Um exemplo desta emoção no ambiente é quando o agente sugere material complementar, na expectativa que o aluno acesse para uma melhor compreensão do assunto abordado.

A *Dóris* possui um módulo de tomada de decisão, que é responsável por analisar as características do usuário e relacioná-las com as táticas de ensino a serem utilizadas para a apresentação do material instrucional. Esse módulo tem sua ativação por meio de regras de produção, na qual as condições são as características dos usuários e as ações são as táticas de ensino.

4. Ambiente virtual de aprendizagem no domínio de coleta seletiva e compostagem

O ambiente educacional desenvolvido é um sistema tutor inteligente, com a atuação do agente pedagógico emocional *Dóris*, baseado em estilos cognitivos para adaptação às características de aprendizagem dos usuários (estudantes e público em geral).

A coleta seletiva possui três elos: educação ambiental, logística e destinação. Assim, o processo de implantação da coleta seletiva dentro do campus da UNISC começou com a análise do mercado reciclador para os resíduos gerados. Após este processo, abordou-se a logística, ou seja, o planejamento do fluxo dos resíduos dentro e fora da universidade. Porém, estas ações não seriam eficientes se não fossem as atividades de educação ambiental promovidas. Também, adicionou-se o sistema de compostagem do campus, onde através de um processo biológico de decomposição, os resíduos orgânicos se transformam em um composto que é utilizado como condicionador do solo nos jardins da universidade, melhorando as propriedades do solo (Kipper, 2008).

A figura 2 ilustra uma interação do usuário com o conteúdo e com o agente *Dóris*.



Figura 2 – Interação do agente com o usuário no ambiente virtual de aprendizagem

A *Dóris* está expressando a emoção de dúvida no ambiente no momento da mensagem sendo apresentada.

A figura 3 mostra a organização do conteúdo modelado na base de conhecimento do ambiente virtual de aprendizagem.



Figura 3 – Índice do ambiente com os assuntos que foram trabalhados na capacitação

A figura 4 apresenta uma tela do ambiente de um jogo sobre a separação de lixo.



Figura 4 – Jogo sobre separação de lixo

A *Dóris* está expressando a emoção de expectativa no ambiente no momento de apresentação do jogo ao usuário.

O ambiente possui um banco de dados que armazena: os perfis dos usuários, que identificam as táticas de ensino a serem apresentadas; as suas atividades desenvolvidas, como exercícios e acesso a materiais complementares; suas ações no ambiente, como interação com o agente pedagógico, caminho percorrido no conteúdo, entre outros. Com isso, é possível gerar relatórios para realizar o acompanhamento das atividades e desempenho dos usuários na sua interação com o ambiente virtual de ensino-aprendizagem.

5. Avaliação da aprendizagem em sistemas tutores inteligentes

A avaliação da aprendizagem do estudante em ambientes educacionais, como os sistemas tutores inteligentes, deve ser considerada uma etapa obrigatória do processo educacional. Tarouco (2000) diz que o centro desse processo certamente é a aprendizagem, envolvendo aspectos de interação entre os participantes (estudantes e professores).

Durante o processo de aprendizagem no ambiente é importante levar em consideração vários aspectos, sendo um deles o perfil do aluno, onde se percebe a maneira como o estudante constrói seus conhecimentos, através das suas preferências pessoais, inicialmente identificadas e, a partir daí através da sua atuação no ambiente.

De acordo com McAlpine (2002), dentre as várias questões envolvidas com o planejamento de uma estratégia de avaliação, talvez a mais importante seja a compreensão de que a avaliação é uma forma de comunicação. A avaliação pode possuir diversos propósitos como fornecer um *feedback* aos estudantes sobre sua aprendizagem, para os professores sobre seus métodos de ensino, para administradores sobre o uso de recursos e para funcionários sobre a qualidade do trabalho desempenhado.

Tarouco (2002) mostra que o processo de avaliação deve possibilitar a relação entre todos os elementos que fazem parte de um processo de ensino e de aprendizagem, incluindo objetivos (de professores e estudantes) e conteúdos, pressupondo os elementos cognitivos (memória, inteligência, consciência), os elementos afetivos (atitudes, valores, criatividade) e os elementos psicológicos (vivência, sentimentos).

Com base nestes autores, é importante salientar a necessidade da prática de uma avaliação formativa, onde o professor avalia continuamente a aprendizagem do estudante,

verificando sua aprendizagem em vários momentos e de forma complementar, possibilitando assim a valorização do conhecimento prévio do estudante, contribuindo para que ele se torne um indivíduo ativo e crítico em relação aos conhecimentos que adquire.

5.1 Avaliação pelo método clínico de Piaget

A presente proposta de avaliação refere-se a uma pesquisa exploratória e experimental. Segundo Gil (2002), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema e um maior conhecimento para o pesquisador acerca do assunto, a fim de que esse possa formular problemas mais precisos ou criar hipóteses que possam ser pesquisadas por estudos posteriores. E a pesquisa experimental, quando se determina um objeto de estudo, define as formas de controle e de observação dos efeitos produzidos pela pesquisa.

Para a avaliação do uso do ambiente virtual e levantamento de aspectos relacionados à aprendizagem, aplicou-se o método clínico de Piaget com dez usuários (funcionários de uma instituição de ensino superior).

Segundo Piaget (1971), o conhecimento resulta de interações que se produzem entre o sujeito e o objeto. Assim, o método clínico de Piaget serve de fundamentação científica para o projeto, pois sugere o que o examinador deve sempre fazer antes do exame, o que deve procurar fazer durante o exame e o método da avaliação das respostas. Tal método é, então, um procedimento de entrevistas com sujeitos, com coleta e análise de dados, no qual se acompanha o pensamento do sujeito, com intervenção sistemática, elaborando sempre novas perguntas a partir das respostas e avaliando a qualidade e abrangência destas respostas.

Para dar início à avaliação do ambiente virtual de aprendizagem, foi aplicado um questionário, composto por quatro questões, cujo objetivo foi analisar o nível de conhecimento do público alvo sobre o sistema de coleta seletiva e compostagem. Observou-se que os sujeitos da pesquisa tinham conhecimento sobre o domínio abordado. Após, foram feitas perguntas sobre expressões faciais e o seu impacto no aprendizado.

A seguir, os sujeitos da pesquisa utilizaram individualmente o ambiente, realizando todas as atividades propostas e interagindo com o agente pedagógico *Dóris*. Enquanto isso, os sujeitos estavam sendo observados pelo examinador.

Então, após o uso do ambiente, os sujeitos da pesquisa voltaram a ser entrevistados, agora sobre a atuação do agente pedagógico, sobre as suas emoções expressas durante a interação e sobre a forma de apresentação do conteúdo abordado.

5.2 Descrição de um resultado pelo método clínico de Piaget

Nesta seção, descreve-se o resultado obtido com um dos sujeitos participantes.

“Sujeito X” – *O que significa expressão facial para você?* Interroga a entrevistadora, “*É a maneira como a face da pessoa muda diante de uma situação*”, responde o sujeito. *E você consegue perceber esta mudança quando está conversando com alguém?* Interroga-o novamente, “*Geralmente sim, principalmente a de alegria, tristeza e raiva, que são as mais fortes*”, responde o sujeito.

Após a conversa, o sujeito acessou o ambiente, no qual foi possível observar que este interagiu com o agente *Dóris*, respondendo as perguntas feitas durante a interação e interagindo com o conteúdo complementar. O sujeito em questão demonstrou interesse, acessando todo o conteúdo e os exercícios propostos.

Então, após o uso do ambiente, o sujeito voltou a ser: *O que achou do ambiente com o qual você interagiu?* E o sujeito respondeu: *“Bem tranquilo”*; *E o que lhe chamou mais atenção?* *“Que toda hora aparecia uma mensagem”*, responde o sujeito. *Que mensagem?* Pergunta a entrevistadora, *“Uma caixinha com mensagem”*, responde; *Então você percebeu o agente (a bonequinha) que fazia as perguntas?* *“Sim, percebi muito bem”*; *E ela fazia mais alguma coisa além de mostrar a caixinha?* *“Não percebi”*, responde o sujeito. *Gostou de estudar no ambiente?* *“Sim, é muito interessante fazer um treinamento pela web”*.

Mesmo que este sujeito não tenha prestado atenção nas expressões emocionais do agente *Dóris*, o agente auxiliou o sujeito a compreender melhor o conteúdo que estava exposto, uma vez que permaneceu tempo nos materiais complementares e também pelas respostas corretas dos exercícios pelo sujeito.

Acredita-se que com uma avaliação mais aprofundada dos aspectos levantados pelos sujeitos da pesquisa, seja possível se chegar a um conjunto de melhorias para o processo de ensino-aprendizagem. A atuação de um agente pedagógico também pode ser vista como auxílio para na aprendizagem dos usuários sobre o conteúdo abordado pelo sistema tutor inteligente.

6. Considerações finais

A utilização de ambientes educacionais como prática pedagógica para o desenvolvimento cognitivo vem proporcionando atividades desafiadoras que oferecem maior motivação e entusiasmo nos processos de ensino-aprendizagem. Para a melhoria desta prática, faz-se necessária uma metodologia de avaliação eficaz e que ressalte aspectos a serem explorados na aprendizagem.

Ainda é necessário organizar os resultados do método clínico de Piaget para adquirir aspectos em conjunto a serem explorados em um processo de aprendizagem, a fim de torná-lo mais eficiente e atraente ao estudante. O estudo de caso apresentado mostra que este método pode ser usado como uma exploração inicial da avaliação da aprendizagem em ambientes virtuais de aprendizagem, quando incluindo agentes pedagógicos emocionais.

Uma próxima etapa de estudo é a realização da avaliação da aprendizagem do estudante baseando-se em aspectos afetivos e motivacionais que são inferidos, especialmente porque estes aspectos são essenciais a serem considerados na interação do usuário com o ambiente, já que têm influência direta no processo de aprendizagem (Izard, 1984; Vygotsky, 1962; Goleman, 1995).

6. Referências

- Anderson, J. R. (2004) *Cognitive Psychology and Its Implications*. New York: Worth Publishers, 6th edition.
- Bloom, B.S. et al. (1976). *Taxonomia dos objetivos educacionais - domínio cognitivo*. Tradução: Flávia Maria. Sant'Anna. Globo, Porto Alegre, págs. 4 e 23.
- Chou, C.; Chan, T-W. & Lin, C. (2003). *Redefining The Learning Companion: The Past, Present, And Future Of Educational Agents*. *Computers & Education*, 255-269.
- Cutmore, T. R. H., Hine, T. J., Maberly, K. J., Langford, N. M. & Hawgood, G. (2000). *Cognitive Ad Gender Factors Influencing Navigation in Virtual Environment*. *International Journal Of Human-Computer Studies*, 53, 223-249.
- EKMAN, Paul. *“Facial Expressions”*. *Handbook of Cognition and Emotion*. New York: John Wiley & Sons Ltd. Chapter 16, 1999. Disponível em: <http://www.paulekman.com>, acesso em outubro de 2009.
- Gil, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2002.
- Giraffa, L.M.M. (1999). *Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais*. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS.
- Goleman, Daniel (1995). *Emotional Intelligence*, New York: Bantam Books.

- Izard, Carrol E (1984). 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.
- Johnson, L. et al. Pedagogical Agentes on the Web. In. ITS'98 Workshop on Pedagogical Agents, 4 1998. Disponível em: <http://www.isi.edu/isd/ADE/papers/its98/ITS98-WW.htm>, acesso em novembro de 2008.
- Kipper, Liane Máhlmann; et al. Sistema de coleta seletiva e compostagem em um campus universitário. XXXI Congresso Interamericano AIDIS. Santiago – CHILE, Outubro de 2008.
- Lee, C. H. M.; Cheng, Y. W.; Rai, S. & Depickere, A. (2004). What Affect Student Cognitive Style In Development Of Hypermedia Learning System? Computers & Education.
- McAlpine, L.; Weston, C (2002). Reflection: Issues related to improving professors' teaching and students' learning. In N. Hativa & P. Goodyear (Eds.), Teacher thinking, beliefs and knowledge in higher education (pp. 59-78). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Ortony, A.; Clore, G.L.; Collins, A. The cognitive structure of emotions. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- Pereira, A. (1999). Um Agente para Seleção de Estratégias de Ensino em Ambientes Educacionais na Internet. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS. (Dissertação de Mestrado).
- Piaget, Jean. Las estructuras matemáticas y las estructuras operatorias de la inteligencia. In: PIAGET, at all. La enseñanza de las matematicas. Madrid: Aguilar, 1971. Cap.1, p.3 - 28.
- Rau, P-L. P.; Choong, Y-Y. & Salvendy, G. (2004). A Cross Cultural Study On Knowledge Representation And Structure In Human Computer Interfaces. International Journal Of Industrial Ergonomics; 117-129.
- Ross, John D.; Ross, Catherine M. (1976). Teste Ross de Processos Cognitivos. Instituto Pieron de Psicologia Aplicada.
- Sternberg, R. J. (2008). Psicologia Cognitiva. Porto Alegre: Artes Médicas, 4 ed. .
- Tarouco, L.; Geller, M.; Hack, L.; Vit, A (2000). Supporting Group Learning and Assessment Through the Internet. In: TERENA NETWORKING CONFERENCE 2000. Lisboa. 2000.
- Vygotsky, Lev S. Thought and Language. Cambridge. MA: MIT Press, 1962.
- Weil, Pierre; Tompzkow, Rolland. O corpo fala. 64ª edição. Petrópolis: Vozes, 2008.