

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS E
PROCESSOS INDUSTRIAIS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS**

Leonardo Gabriel Cassani Aramburú

**AGENTES PEDAGÓGICOS ANIMADOS:
DESENVOLVENDO UMA RETROALIMENTAÇÃO (*FEEDBACK*) NÃO VERBAL**

Santa Cruz do Sul, agosto de 2009

Leonardo Gabriel Cassani Aramburu

**AGENTES PEDAGÓGICOS ANIMADOS:
DESENVOLVENDO UMA RETROALIMENTAÇÃO (*FEEDBACK*) NÃO VERBAL**

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

Orientador: Prof. Dr. Jacques Nelson C. Schreiber

Santa Cruz do Sul, agosto de 2009

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais (Jaime e Sônia) pelo incentivo e dedicação, a Denise minha noiva que me socorreu nas horas em que pensei em desistir, aos meus irmãos (Jaime e Maria) pela força, ao professor Jacques que além de orientador deu um rumo a este trabalho ajudando com sua larga experiência como pesquisador. À Deus por me conceder saúde e proteção na estrada no trecho entre Santa Maria e Santa Cruz do Sul. A Nossa Senhora Aparecida que sempre esteve comigo na estrada me guiando para que nada acontecesse. Aos professores e funcionários - especialmente a secretária Janaína - que de alguma maneira me ajudaram nessa caminhada e “bota” caminhada nisso. Aos meus amigos Leandro Fontoura, Leonardo Maia e Anderson Monteiro pelos longas viagens realizadas juntos. A amiga Márcia que várias vezes me ajudou nos trabalhos. Obrigado à todos!

EPÍGRAFE

“A persistência é o caminho do êxito”.

Charles Chaplin

RESUMO

Este trabalho propõe a inserção de uma nova característica ao projeto “**O uso de estilos cognitivos e de agentes pedagógicos no processo de ensino-aprendizagem**”, realizado na UNISC – Universidade de Santa Cruz do Sul, com a retroalimentação (*feedback*) não verbal do agente animado de *interface* Dóris através de representações das emoções (alegria, tristeza, surpresa e normal). Com o objetivo tornar os Sistemas Tutores Inteligentes – STI mais afetivo melhorando o rendimento dos usuários destes ambientes de ensino.

Foi obtida uma melhora nos acertos quando o ambiente era utilizado com a presença de comunicação não verbal, ainda que seja uma melhora tímida, ela pode ser comprovada através de testes estatísticos não paramétricos, como: Chi-quadrado e Exato de Fisher, métodos estes utilizados quando temos amostras pequenas.

Palavras-chaves: agentes de *interface* animado; Sistemas Tutores Inteligentes; agentes pedagógicos; ambientes virtuais de aprendizagem; comunicação não verbal.

ABSTRACT

This work intends to insert a new characteristic into the project “**The Use of Cognitive Styles and Pedagogic Agents in the Teaching and Learning Process**”, realized at UNISC (University of Santa Cruz do Sul) using the non-verbal feedback of the animated interface agent Dóris through the representation of emotions (joy, sadness, surprise and normal state). The work aims at turning the Intelligent Tutor Systems – ITS - more affectionate, thus improving the income of the users of these kinds of teaching environments.

An improvement was obtained in the right-gettings when the environment was used in the presence of non-verbal communication. Even being a small improvement, it may be confirmed through non-parametrical statistic tests such as Square-CHI and Fischer’s Exact , methods employed with small samples.

Keywords: Animated Interface Agent; Intelligent Tutor Systems; Pedagogic Agents; Virtual Learning Environment; Non-Verbal Communication

LISTA DE FIGURAS

1 Modelo do processo de comunicação	21
2 Modelo abstrato de agente.....	27
3 Taxonomia de agentes.....	29
4 Modelo original OCC.....	33
5 Diagrama de Emoções no Ciclo de Aprendizado	34
6 Expressões universais: (a) tristeza, (b) raiva, (c) alegria, (d) medo, (e) nojo e (f) surpresa.	35
7 Personagens animados: (1) Jeff; (2) Maria e (3) Monkey	38
8 Arquitetura do Agente Corpo.....	39
9 Estrutura do repositório das imagens.....	40
10 Modelo da base de dados do projeto	40
11 Animações de VICTOR	42
12 Arquitetura do CVA – VICTOR.....	43
13 Interface do modo de boneco animado.....	46
14 Foto do ambiente ADELE.....	47
15 Um diálogo com o programa chat robot A.L.I.C.E.	48
16 Diagrama conceitual do sistema <i>MetaFace</i>	49
17 Agentes Microsoft®	50
18 Página do Teste de Ross	53
19 Conteúdo instrucional apresentado na tática de ensino Imagético	54
20 Conteúdo instrucional apresentado na tática de ensino Verbal.....	55
21 Arquitetura dos agentes Tutor e Companheiro.....	56
22 Tela de login do STI	62
23 Tela de boas-vindas do STI.....	63
24 Tela do programa FotoMorph.....	65

25 Tela do teste de Ross demonstrando a emoção alegria	69
26 Tela de “Bem-vindo” demonstrando a emoção alegria.....	69
27 Demonstrando a emoção “normal”	70
28 Demonstrando a emoção tristeza no ambiente	71
29 AAI com a expressão facial “normal”.....	72
30 AAI com expressão facial “alegre”.....	72
31 Transformação: expressão facial "normal" para "alegre"	73
32 Arquitetura do STI	74
33 Módulo Reativo	74
34 STI ausência(A)/presença(B) de comunicação não verbal	77
35 Menu Disciplinas: Montagem PC	78
36 Menu Aulas	79
37 Definição de <i>hard disk</i> – Tática de ensino verbal	79
38 <i>Interfaces</i> HD – Tática de ensino imagética.....	80

LISTA DE TABELAS

1 Características das expressões faciais de Paul Ekman	34
2 Relação das emoções de Ekman e o modelo OCC	35
3 Comparativo entre arquiteturas estudadas.....	44
4 Emoções representadas pela AAI Dóris.....	64
5 Relação das emoções iniciais e finais de cada animação.....	65
6 Tabela com a emoção, representação gráfica, justificativa e o evento	67
7 Resumo quanto a significância da associação entre o número de acertos e a presença de comunicação não verbal.....	89
8 Média aritmética e desvio padrão dos ambientes	90

LISTAS DE GRÁFICOS

1	Importância da comunicação não verbal segundo Mehrabian	23
2	Para que o Hard Disk (HD) transfira as informações que serão gravadas/lidas nele existe um conector que chamamos de <i>interface</i> . Portanto, quais são as <i>interfaces</i> que existem para HD?	82
3	Sabemos que existem vários tipos de memória RAM. Cada uma com suas características física e funcional. Quais os tipos de memórias RAM?	83
4	Você comprou uma memória RAM do tipo DDR2-SDRAM, sua placa-mãe suporta dois tipos de memória RAM (DDR e DDR2-SDRAM). Mas você tem um módulo de memória DDR-SDRAM instalado em sua placa-mãe. Seu computador irá funcionar após a instalação do novo módulo?	84
5	São padrões de placa-mãe?	85
6	Qual a característica que diferencia uma placa-mãe <i>on-board</i>	85
7	Quais são os fabricantes mais importantes de processadores de uso geral?	86
8	<i>Chip</i> responsável pelo controle de uma série de itens da placa-mãe como: memória, barramentos entre outros, qual nome damos a este <i>chip</i> ?	86
9	Sabemos que para ligar um HD/CD-ROM na placa-mãe temos que utilizar um cabo chamado de cabo FLAT IDE, este podendo ser de 40 ou 80 vias. Quantos dispositivos com interface IDE podemos conectar em uma placa-mãe?	87
10	Um computador é composto por vários componentes, entre eles temos um que fornece energia para todos os componentes, chamada de fonte de alimentação. Quais os tipos de fontes de alimentação existentes?	87
11	Quando compramos um computador pedimos pela velocidade do processador, por exemplo, 2 GHz. Nós sabemos que o processador tem duas velocidades. Qual é a velocidade referida acima?	88

LISTA DE ABREVIATURAS

AAI	Agentes Animados de <i>Interface</i>
ADELE	<i>Agent for Distance Education – Light Edition</i>
AIML	<i>Artificial Intelligence Markup Language</i>
A.L.I.C.E.	<i>Artificial Linguistic Internet Computer Entity</i>
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BAML	<i>Body Animation Markup Language</i>
CSS	<i>Cascading Sheets Style</i>
DMML	<i>Dialogue Manager Markup Language</i>
EAD	Ensino a Distância
EML	<i>Emotion Markup Language</i>
FAML	<i>Facial Animation Markup Language</i>
GML	<i>Gesture Markup Language</i>
HD	<i>Hard Disk</i>
IA	Inteligência Artificial
IHC	Interação Homem-Computador
JEOPS	<i>Java Embededd Object Production System</i>
JSP	<i>Java Server Page</i>
RAM	<i>Random Access Memory</i>
SML	<i>Speech Markup Language</i>
STI	Sistemas Tutores Inteligentes
TTS	<i>Text To Speech</i>
UFP	Universidade Federal de Pernambuco
VHML	<i>Virtual Human Markup Language</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>
XHTML	<i>eXtensible HyperText Markup Language</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
Objetivos	16
Organização da dissertação.....	17
1 ASPECTOS DA COMUNICAÇÃO HUMANA	19
1.1 A Comunicação Humana.....	19
1.2 Comunicação não verbal.....	22
2 AGENTES	26
2.1 Definição de Agente	26
2.2 Classificação de agentes.....	28
2.3 Agentes de Interface ou Personagens Animados	29
2.4 Modelos de Representação de Emoção.....	32
2.4.1 Emoções	32
2.4.2 Modelo OCC (Ortony, Clore e Collins).....	32
2.4.3 Modelo de Picard	33
2.4.4 Modelo de Paul Ekman.....	34
3 ARQUITETURAS ESTUDADAS	37
3.1 Uma Arquitetura Independente de Domínio e Plataforma para Apresentação de Comportamentos em Agentes Pedagógicos Animados	37
3.2 Project Knowledge Learning Environment (PMK)	41
3.3 Comparativo entre as arquiteturas estudadas.....	44
3.4 Exemplos de Projetos e Programas que Utilizam Agentes de Interface	45
3.4.1 Projeto Teatro Virtual.....	45
3.4.2 ADELE (Agent for Distance Education – Light Edition).....	46
3.4.3 Arquitetura do Adele	47
3.4.4 A.L.I.C.E. (Artificial Linguistic Internet Computer Entity)	47
3.4.5 MetaFace System.....	48
3.5 Ferramentas para desenvolvimento de agentes animados.....	49
3.5.1 Microsoft® Agent	50
3.5.2 Verbot®	50
4 PROJETO: “O USO DE ESTILOS COGNITIVOS E DE AGENTES PEDAGÓGICOS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM”	52
4.1 Estilos cognitivos e as táticas de ensino	52
4.2 Descrição do experimento.....	55

4.3 Validação do STI	60
5 MODELO DE INFERÊNCIA PARA REPRESENTAÇÃO DAS EXPRESSÕES FACIAIS	61
5.1 Formas de interação com o ambiente	62
5.2 Produção das animações	63
5.3 Tabela das regras de produção.....	66
5.4 Demonstração das emoções no ambiente STI.....	68
5.5 Como acontece a transformação da expressão facial do AAI	71
5.6 Sistema computacional	73
6 VALIDAÇÃO	76
6.1 Metodologia	76
6.1.1 Participantes	76
6.1.2 Materiais	76
6.1.2.1. As aulas no STI.....	78
6.1.3 Coleta dos dados	80
6.2 Análise dos dados	80
6.2.1 Teste de Chi-quadrado (X^2)	81
6.2.2 Teste Exato de Fisher.....	81
6.3 Resultados	82
CONCLUSÃO	91
REFERÊNCIAS.....	92
ANEXO A – REGRAS DE PRODUÇÃO PARA A GERAÇÃO DAS EMOÇÕES	95
ANEXO B - QUESTIONÁRIO COM QUESTÕES SOBRE AS AULAS DO STI	96

INTRODUÇÃO

Estamos vivendo a Era do Conhecimento, uma era que é marcada pela informação, conhecimento e globalização, na qual as pessoas precisam estar sempre informadas do que esta acontecendo tanto em âmbito nacional como em âmbito internacional. Para que as pessoas consigam acompanhar essa evolução alguns mecanismos também tiveram que evoluir, os computadores, as redes de computadores, permitindo que usuários acessem qualquer conteúdo a qualquer hora do dia ou da noite, e também o Ensino a Distância (EaD) teve que se adaptar aos novos paradigmas. A proposta de EaD é que o aluno assista suas aulas a qualquer hora e lugar, conforme a sua disponibilidade de horário. É sabido que o ambiente EaD informatizado tem suas vantagens como esta citada acima, mas por outro lado ele também tem suas desvantagens como: o aluno se sentirá sozinho no processo de ensino-aprendizagem.

Para trabalhar afetividade no computador, pesquisadores da área da Inteligência Artificial (IA) têm estudado técnicas para enriquecer os ambientes computacionais de aprendizagem com alguns estados afetivos do aluno, como: frustração, empolgação, alegria, tristeza, entre outros. Por exemplo, reconhecer quando um aluno esta com dificuldades, oferecendo ajuda, motivando e tornando o processo de ensino-aprendizagem mais agradável e divertido. Piaget (1962) afirma que o afeto é uma condição necessária para a constituição da inteligência. A afetividade pode levar a aceleração ou retardo da aprendizagem. Neste sentido, para aumentar a interação entre o homem-máquina existem os agentes inteligentes, ajudando o usuário a interagir com o conteúdo, como os *chatterbots*, os agentes animados de *interface*.

Segundo Giraffa (1999), agentes pedagógicos são aqueles utilizados em sistemas desenvolvidos para fins educacionais podendo atuar como tutores virtuais, alunos virtuais, ou ainda como companheiros virtuais de aprendizagem, tendo como objetivo auxiliar os alunos no processo de ensino-aprendizagem. Os Agentes Pedagógicos podem atuar em *background* (adormecido) ou *foreground* (ativo) – continuidade temporal – sendo visível ao usuário, a este denominamos de Agentes Pedagógicos de *Interface* que poderão ser animados ou não. Para incrementar a credibilidade, foram adicionadas algumas características aos agentes virtuais como emoções, personalidade e objetivos.

Agentes Pedagógicos Animados podem ser inseridos em vários tipos de ambientes, por exemplo, no desktop, o pacote de aplicativos do Microsoft Office, contém alguns agentes animados dentre eles temos o agente Merlin que tem como objetivo oferecer ajuda aos usuários de forma divertida. Na *web* podemos citar: ADELE (*Agent for Distance Education – Light Edition*) desenvolvido para a área da Medicina com objetivo de ajudar a resolver exercícios e disponibilizar material para estudo, destacando assuntos importantes e fazendo o monitoramento do aluno, com auxílio da personificação de uma agente pedagógico animado.

Neste trabalho é apresentada a proposta de inserção de um agente animado de interface que será incorporado ao projeto “**O uso de estilos cognitivos e de agentes pedagógicos no processo de ensino-aprendizagem**”. Este projeto vem sendo realizado pelo grupo de pesquisa na UNISC – Universidade de Santa Cruz do Sul. Os AAI (Agentes Animados de *Interface*) quando inseridos em um ambiente interativo de aprendizagem, passam a ser chamados de agentes pedagógicos, tendo como principais funções: acompanhar o trabalho dos alunos, monitorar o desenvolvimento das tarefas, identificar dificuldades, trazer dicas, auxiliar na resolução de problemas, entre outros (MORAES, 2005). Esse agente animado ajudará o usuário na realização de suas tarefas educacionais interagindo diretamente com o usuário, onde o seu papel será de tutor. A construção de um modelo computacional será realizada com apoio de agentes pedagógicos, os quais irão captar as características dos alunos, quando esses interagem com o ambiente de ensino-aprendizagem.

O agente desenvolvido adapta-se às diferentes características que compõem os estilos cognitivos, em especial os estilos e estratégias de raciocínio. O estilo cognitivo do aluno no projeto “**O uso de estilos cognitivos e de agentes pedagógicos no processo de ensino-aprendizagem**” é atualmente determinado por uma rede *Bayesiana*, a qual determina a forma como o material instrucional é mostrado, para cada aluno, este aspecto já está desenvolvido no contexto do projeto. Nesta dissertação o foco está na criação de um agente animado que utilizará expressões faciais para incrementar a comunicação com o educando, (FROZZA, 2006). Acredita-se que com uma elevação na comunicação, o aprendizado do aluno será afetado de modo positivo.

O AAI expressará emoção (alegria, tristeza, surpresa e normal) demonstrando-as em expressões faciais. Embora em tese, um agente animado possa apresentar expressões corporais (movimentos de braço, pernas, caminhar), está fora do escopo deste trabalho a pesquisa a respeito deste tópico. A figura do agente imitará a figura de desenho animado com feições humanas. Além disso, ele vai trocar informações com o aluno, repassando-as à Rede *Bayesiana* sob a forma de evidências, para que possa ocorrer a adaptação do conteúdo conforme o modelo ideal do aluno.

Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é projetar e desenvolver um AAI. O modelo utilizado para compor as animações faciais foi baseado no modelo de emoções universais de Paul Ekman, que são: a alegria, a tristeza, a raiva, o medo, o nojo e a surpresa. Neste trabalho, serão consideradas apenas as emoções: alegria, tristeza e surpresa. Além disso, o presente trabalho contribuiu acrescentando a emoção “normal”.

A meta com a utilização de agentes animados é aprimorar a interação com o usuário em ambientes de EAD e posteriormente aplicar esta tecnologia no treinamento de funcionários nas empresas e/ou corporações.

Organização da dissertação

Esta dissertação esta organizada em oito capítulos como descrito abaixo:

Capítulo 0, “Introdução”. É apresentado de forma sucinta o tema do trabalho, seus objetivos e a organização desta dissertação.

Capítulo 1, “Aspectos da Comunicação Humana”. Neste capítulo, discutiremos aspectos da comunicação humana. Como também diferenciaremos comunicação verbal de comunicação não verbal. Sendo essa a mais relevante para o foco deste trabalho.

Capítulo 2, “Agentes”. Traz conceitos sobre a óptica de alguns autores sobre agentes, agentes animados de *interface* (estes quando inserido em um ambiente de ensino-aprendizagem são chamados de agentes pedagógicos animados), dando uma visão sobre a vantagem de sua utilização. Também neste capítulo encontram-se informações sobre modelos de representação de emoções.

Capítulo 3, “Arquiteturas Estudadas”. Neste capítulo, estão relatadas algumas arquiteturas pesquisadas que fornecem subsídios para a elaboração da arquitetura proposta neste trabalho.

Capítulo 4, “O uso de estilos cognitivos e de agentes pedagógicos no processo de ensino-aprendizagem”. Este capítulo aborda o projeto realizado na UNISC. Trazendo informações sobre a arquitetura do ambiente, os modelos computacionais utilizados.

Capítulo 5, “Modelo de Inferência para Representação das Expressões Faciais”. Apresenta as modificações necessárias para que o AAI forneça a retroalimentação (*feedback*) não verbal, como, expressões faciais.

Capítulo 6, “Validação”. Neste capítulo é apresentado o método, os materiais, os participantes, os resultados e a discussão sobre o trabalho.

Capítulo 7, “Conclusão”. Serão apresentadas as considerações finais sobre o trabalho e também algumas sugestões.

1 ASPECTOS DA COMUNICAÇÃO HUMANA

Neste capítulo é abordado o conceito da comunicação humana segundo alguns pesquisadores e também iremos definir comunicação não verbal.

1.1 A Comunicação Humana

A comunicação humana surge bem antes do nascimento de Cristo, na pré-história com desenhos nas cavernas (arte rupestre), os egípcios criaram os hieróglifos e mais tarde foi criado o alfabeto. Na era da informação a comunicação é fundamental para que possamos, por exemplo, realizar um bom investimento, conseguir um trabalho ou mais simples ainda nos comunicarmos com outras pessoas. Portanto, a comunicação humana é um processo que envolve a troca de informações (mensagens) entre um emissor e um receptor, onde utiliza-se os sistemas simbólicos como suporte para este fim, assim, os sons, os gestos, os números e letras sugerem ou representam as idéias que pretendem comunicar. Estão envolvidos neste processo uma infinidade de maneiras de se comunicar: duas pessoas tendo uma conversa face-a-face, ou através de gestos com as mãos, mensagens enviadas utilizando a rede global de telecomunicações, a fala, a escrita que permitem interagir com as outras pessoas e efetuar algum tipo de troca informacional.

Segundo Rector & Trinta (1985), a comunicação humana é tanto um fenômeno quanto uma função social. Comunicar envolve a idéia de partilhar, de compartilhar e de transferir a informação entre dois ou mais sistemas. Podendo a informação ser simples ou complexa. A mensagem é a unidade de comunicação e a interação entre indivíduos ocorre quando uma série de mensagens é trocada.

Penteado (1993) define comunicação humana como: “a comunicação humana compreende uma variedade de formas, através das quais as pessoas transmitem e recebem idéias, impressões e imagens de toda ordem. Alguns desses símbolos, embora compreensíveis, jamais conseguem ser expressos por palavras”.

Os elementos básicos da comunicação humana são: o emissor, o receptor, a mensagem e o meio. A comunicação tem seu início no emissor, sendo ele a pessoa que tem as informações, necessidades ou desejos de comunicá-los a outras pessoas. Para que o emissor transmita a informação este terá que codificá-la em representações ou símbolos, o emissor tenta estabelecer um significado mútuo com o receptor através da escolha de símbolos, normalmente na forma de palavras e gestos, que ele acha que terão o mesmo significado para o receptor. Quando falta o significado mútuo acontece falha na comunicação. Por exemplo, na Índia, quando um indiano balança a cabeça de um lado para outro significa que ele está afirmando ou “dizendo sim”. Já quando ele faz o movimento de cima para baixo com a cabeça ele está negando ou “dizendo não”. Como podemos observar se essa comunicação acontecesse entre um indiano e um brasileiro eles nunca iriam se entender porque no Brasil esses sinais ou gestos representam o contrário. Mesmo um levantar de sobrancelhas pode ter vários significados, expressando surpresa num contexto e ceticismo em outro conforme a cultura.

A mensagem é a forma física na qual o emissor codifica a informação. Tendo várias formas para representar/transmitir a mensagem de maneira que seja captada e compreendida pelo receptor. Assim, a fala pode ser ouvida, as palavras podem ser escritas, os gestos podem ser vistos ou sentidos. As mensagens não verbais são mais autênticas ou significativas que as mensagens orais ou escritas. E por isso foi o foco escolhido neste trabalho.

O canal é o meio de transmissão de uma pessoa para outra. O canal deve ser adequado com a mensagem para que ele seja eficiente e eficaz.

O receptor é a pessoa que cujos sentidos percebem a mensagem do emissor. Se a mensagem não chegar ao receptor a comunicação não é realizada. E de nada adianta chegar a mensagem ao receptor se ele não consegue compreendê-la.

O processo no qual o receptor interpreta a mensagem e traduz em informações relevantes é chamada de decodificação. Este processo é realizado em duas etapas: primeiro o receptor deve receber a mensagem e em seguida interpretá-la.

Na comunicação existe um processo inverso chamado *feedback* (realimentação). É a expressão da reação à comunicação do emissor. Quanto melhor o *feedback*, mais eficaz é o processo da comunicação. Na figura 1 pode-se ver um modelo do processo de comunicação. Neste trabalho utilizamos a realimentação como um meio do AAI expressar as suas emoções para o usuário (aluno), educando.

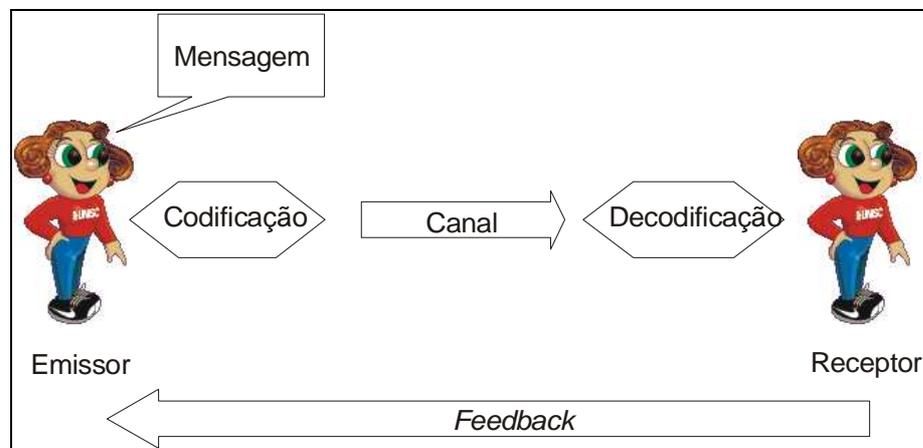


Figura 1 - Modelo do processo de comunicação

O processo de se comunicar parece ser muito fácil, mas para exemplificar iremos recordar de uma velha brincadeira de criança chamada de “telefone sem fio”, onde era definida uma mensagem e a última pessoa deveria dizê-la em voz alta, normalmente, essa mensagem era ligeiramente diferente da mensagem original. Portanto, para que aconteça a comunicação é necessário que os símbolos tenham significação comum entre o emissor e o receptor.

Na seção a seguir será descrito, o que significa a comunicação não verbal e sua importância na comunicação. Para muitos, esse meio de comunicação é de pouca relevância ou até mesmo ignorada, poderemos ver que estudos indicam que a comunicação não verbal é mais relevante que a comunicação verbal.

1.2 Comunicação não verbal

A nossa comunicação não acontece apenas através da fala e da escrita. O nosso corpo também fala, através da postura corporal, da expressão facial. Para este modo de comunicação damos o nome de comunicação não verbal, embora sendo uma comunicação que não damos muita atenção ou muitas vezes nem percebemos, ela tem uma grande importância, pois os comportamentos não verbais estão correlacionados com os comportamentos verbais, vindo a confirmar de maneira consciente ou inconsciente o que foi expresso.

O termo não verbal é muito abrangente por isso alguns autores fazem objeção ao termo. Alguns autores usam o termo integração comunicativa cara a cara e outros consideram a comunicação não verbal como atividade expressiva além das palavras.

Para Corraze (1982), a comunicação não verbal é um meio, dentre outros, de transmitir informação. A comunicação não se restringe somente ao ser humano, por exemplo, a dança das abelhas, o ruído dos golfinhos. Podemos ter também comunicação não verbal através da música, do teatro, da pintura etc. São consideradas formas de comunicação não verbal expressas pelas artes.

Segundo Devito (1997) a comunicação não verbal é uma comunicação sem palavras, realizada, através de gestos, sorrisos, movimentos dos olhos, toques, volume da voz e, até mesmo através do silêncio ocorre uma comunicação. O contrário também acontece, alguém sorri ou gesticula e ninguém percebe, significa que não ocorreu comunicação.

Os sistemas de comunicação não verbal são todos aqueles que propiciam a expressão através de símbolos distintos da fala funcional de quem se comunica. É a comunicação realizada sem a utilização de sinais verbais ou sinais escritos. Ela é realizada através de gestos, na maneira como nos vestimos, por sinais apresentados em nosso corpo, por exemplo, uma tatuagem.

Segundo Rector & Trinta (1985), os trabalhos de Mehrabian e, mais recentemente, os de Appenbaum e colaboradores mostraram que a porcentagem de comunicação não verbal na transmissão de qualquer mensagem, em uma interação entre indivíduos, é muito elevada, conforme pode ser observada no gráfico 1. Os estudos de Mehrabian demonstram que 55% da comunicação face a face, realizada através do corpo, gesto e expressão facial; 38% é tributável à entonação da voz, intensidade e outras características da voz e apenas 7% é realizada através das palavras.



Gráfico 1 - Importância da comunicação não verbal segundo Mehrabian

Para Birdwhistell (apud Davis, 1979) apenas 35% do significado social de uma conversa corresponde às palavras pronunciadas, e os outros 65% correspondem aos canais de comunicação não verbal. Podemos notar que ao contrário que pensávamos a totalidade da comunicação acontece por um meio que não damos muita importância, que é a comunicação não verbal.

Já Paul Ekman, observou que todos os povos possuem um conjunto de gestos faciais básicos em comum para expressar emoções. Segundo ele existem seis emoções básicas que podemos expressar: a alegria, a tristeza, a raiva, o medo, o nojo e a surpresa. Neste trabalho adotamos as observações de Ekman na construção do conjunto de emoções demonstradas pelo agente tutor.

Berger (1999) relata que existem várias formas de comunicação não verbal que foram classificadas da seguinte maneira:

- Linguagem por sinais: mensagens que substituem as palavras, como, na nossa cultura inclinar a cabeça para baixo significa “sim”, para os lados “não”; ou o ato de levantar os ombros significa “não sei”;
- Linguagem por ação: movimentos do corpo ou ações que não necessariamente substituem as palavras, mas transmitem algum significado. Assim, caminhar com passos rápidos indica que a pessoa esta com pressa;
- Linguagem por objetos: itens físicos como roupas, móveis ou outras coisas que transmitam mensagens, por exemplo, uma pessoa vestido de roupa preta na nossa cultura indica que a pessoa esta de luto.

Os sinais não verbais foram catalogados por DuBrin (2003) em oito categorias conforme seus comportamentos:

- Ambiente físico;
- Posicionamento do corpo em relação ao outro;
- Postura;
- Gestos das mãos;
- Expressão e movimentos faciais;
- Tom de voz;
- Roupas, modo de se vestir e aparência;

- Espelhamento¹.

Os comportamentos cumprem uma ou mais funções comunicacionais, que podem ser: o fornecimento de dados sobre o comunicador, sobre a sua situação e sobre a relação; o gerenciamento do tipo de relacionamento pretendido pelo emissor; o compartilhamento das emoções, pensamentos e ponto de vista; o gerenciamento de impressões e interação e a facilitando a conseqüência pretendida pela mensagem (Hogg & Vaughan, 2005; Pina e Cunha et. al. 2005).

No contexto deste trabalho, comunicação não verbal será considerada através da representação das expressões faciais que expressam as emoções universais de Ekman, citadas anteriormente. A representação gráfica será através dos rostos da personagem animada que existe no projeto “**O uso de estilos cognitivos e de agentes pedagógicos no processo de ensino-aprendizagem em sistemas tutores inteligentes**”, denominada de Dóris. A idéia é criar essas animações com as expressões universais de Ekman. Fazendo uma ressalva que essas animações não são determinantes para o trabalho e sim como e quando elas devem ser representadas através dá utilização de um mecanismo de inferência.

No próximo capítulo iremos conceituar: agentes, agentes de *interface* e emoções. Também mostraremos como classificar os agentes conforme suas características.

¹ Espelhamento: significa criar o relacionamento com outra pessoa por meio da imitação do seu tom de voz, ritmo de respiração, movimento de corpo e linguagem. Requer 10% de meios verbais, 60% de tom de voz e 30% da fisiologia do corpo. (DuBrin, 2003)

2 AGENTES

Não existe uma definição exata para agentes, cada pesquisador elabora a sua definição conforme a função elaborada pelo agente no ambiente. O agente pode atuar isoladamente no ambiente ou em comunidade, onde, são chamados de sistemas multiagentes (SMA).

2.1 Definição de Agente

Um agente é tudo o que pode ser capaz de perceber o seu ambiente por meio de sensores e de agir sobre esse ambiente por intermédio de atuadores. Fazendo uma analogia, um agente humano que tem olhos, ouvidos, entre outros como sensores e mãos, braços, pernas, etc. como atuadores, (RUSSEL e NORVIG, 2004),

Para Wooldridge (2002), um agente é um sistema de computador que habita um ambiente e que é capaz de ações autônomas neste ambiente para atingir seus objetivos. Genericamente, o termo agente é usado para representar tanto um sistema baseado em *software* ou *hardware* que exhibe algumas das características.

Maes (1994) descreve que “agentes são sistemas computacionais que habitam um ambiente complexo e dinâmico, sensoreiam e atuam autonomamente sobre este ambiente, realizando desta maneira uma série de metas e tarefas as quais foram projetados”.

Fazendo uma relação entre estas definições, genericamente pode-se definir agentes como entidades autônomas que são especialista na tarefa que desempenham.

Lembrando que os agentes podem ser agentes de *software* como também agentes físicos, neste caso, os *robots*, onde eles têm sensores em diferentes partes do corpo e também desempenham as mais diversas funções. Na figura 2, é representado um modelo de agente abstrato, podemos ver a ação de saída gerada pelo agente quando seu ambiente é afetado.

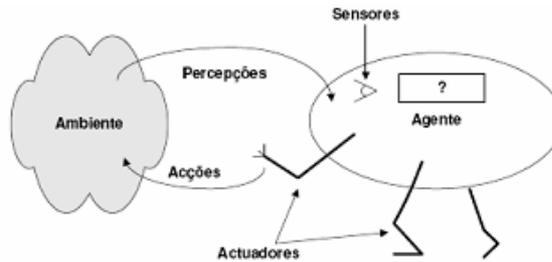


Figura 2 - Modelo abstrato de agente

Fonte: Reis, 2003

Os agentes possuem um conjunto de atributos que ajudam na sua caracterização que são eles:

- **Autonomia:** os agentes operam sem a intervenção direta dos seus utilizadores ou outros, e têm algum tipo de controle sobre as suas ações e o seu estado interno.
- **Sociabilidade:** interagem com outros agentes (e possivelmente com os seus usuários - humanos) através de algum tipo de linguagem de comunicação de agentes, para satisfazer seus objetivos
- **Reatividade:** analisam o seu ambiente, e respondem em tempo útil às alterações nele ocorridas. Estes agentes são designados reativos.
- **Pró-atividade (ou orientação por objetivos):** os agentes não atuam apenas em resposta a alterações no seu ambiente, mas também apresentam comportamento conduzido por objetivos e são capazes de tomar iniciativa na realização de determinadas ações.
- **Persistência:** mantêm consistentemente o seu estado interno ao longo da sua existência.

Conforme os atributos que apresentam, podem ser identificados diferentes tipos de agentes: deliberativos, reativos e híbridos (WOOLDRIDGE, 2002).

O agente que foi desenvolvido é um agente reativo, pois ele funciona num modelo estímulo-resposta, reagindo às mudanças no ambiente ou mensagens vinda de outros agentes.

2.2 Classificação de agentes

Segundo as características citadas acima podemos elaborar uma classificação de agentes, na figura 3, podemos ver os eixos dessa classificação:

- Eixo cognitivo: um agente que contenha um modelo de representação interna do ambiente e de outros agentes baseados em estados mentais; modelo racional de decisão ou apenas agir baseado num modelo de reações aos estímulos provocados pelo ambiente.
- Eixo de foco: um agente pode enfatizar similaridades físicas com humanos ou pode enfatizar similaridades comportamentais.
- Eixo de atuação: um agente pode atuar de forma isolada ou interagindo com outros agentes.
- Eixo ambiental: um agente individual pode atuar no desktop ou em uma rede internet ou Intranet.

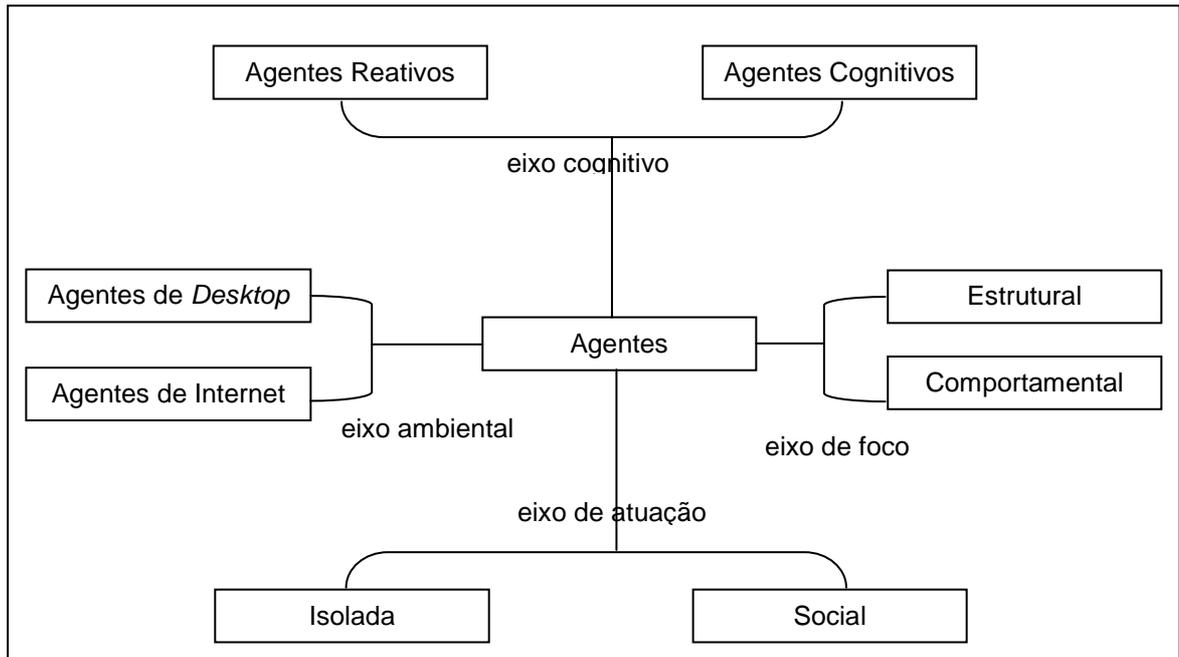


Figura 3 - Taxonomia de agentes

Fonte: adaptado de Rezende, 2003

Segundo esta taxonomia, a AAI elaborada para esta dissertação terá a seguinte classificação: conforme o eixo cognitivo será um agente reativo, porque estará sempre captando as interações realizadas na *interface* do programas e mandando essas informações para a rede bayesiana, onde esta tem a função de fazer as adaptações no ambiente. Já no eixo ambiental este agente se comportará como um agente de internet, pois, ele estará inserido dentro de um ambiente de EaD. Ele pode também ser classificado como um ser social conforme seu eixo de atuação, ele irá conviver com outros agentes.

2.3 Agentes de Interface ou Personagens Animados

Agentes de *interface* para Lieberman (1997) são programas de computador que manipulam objetos da *interface* sem uma instrução explícita do usuário. Para realizar essa tarefa é feita a leitura das entradas fornecidas pelo usuário através da *interface* realizando assim mudanças conforme o “perfil do usuário”. Neste sentido o trabalho realizado já esta realizando esta tarefa com base no perfil do usuário, que pode ser do tipo Imagético ou verbal.

Um AAI é definido como um *character* (personagem, figura) executado por computador que interage com o usuário. Existem várias maneiras de utilização desses *character*, alguns ajudam ou acompanham o usuário em tarefas no computador, outro pode apresentar um produto, por exemplo. Podendo ser usados tanto em aplicações *Desktop* como em aplicações *Web*.

Os AAI ou Personagens Animados estão cada vez mais inseridos em ambientes de ensino-aprendizagem. Sua tarefa é dar assistência ao usuário com aprendizagem de conceitos e tarefas. Agentes animados de interface são uma subclasse de agentes inteligentes.

De acordo com Johnson (1998), agentes animados de interface são personagens animados que facilitam o aprendizado em ambientes baseados em computador, aproximando o usuário de computador de uma maneira interativa e até mesmo divertida. A utilização dos agentes animados é ampla, veja alguns exemplos: encontrar um produto na internet pelo menor preço, ler e-mails, acesso e filtragem de informação, gerenciamento de redes, comércio eletrônico, educação, entretenimento e assistentes pessoais para interface do usuário.

Segundo Maes (1994), os agentes de *interface* podem “aprender” de quatro maneiras. Primeiro, através da imitação do usuário; recebendo um retorno ou *feedback* do usuário; recebendo instruções explícitas do usuário e por último, solicitado ajuda de outros agentes.

Neste sentido, o trabalho realizado irá criar um mecanismo de inferência na qual, será responsável em fornecer as expressões faciais de forma adequada para cada momento do processo ensino-aprendizagem tornando o ambiente de EaD mais próximo da realidade de uma sala de aula normal, onde o professor interage com seus alunos motivando-os. É importante para os alunos de EaD que eles pensem que existe alguém acompanhando no processo ensino-aprendizagem, pois isto, deixa-os mais confiantes na realização de seus tarefas (objetivos).

AAI quando inseridos em um ambiente de ensino-aprendizagem são chamados de agentes pedagógicos tendo como função auxiliar os usuários (alunos) no processo de ensino-aprendizagem. Um agente pedagógico serve de guia, auxiliando os alunos.

Para Giraffa (1999), “agentes pedagógicos são agentes desenvolvidos para fins educacionais, podendo atuar como tutores virtuais, alunos virtuais ou ainda como companheiros virtuais, com objetivo de auxiliar os usuários (alunos) no processo ensino-aprendizagem”.

De acordo Lester et al. (1997), os agentes pedagógicos trazem alguns benefícios como:

- Um agente pedagógico que pareça se preocupar com o progresso do aluno passa a este a impressão de que “estão juntos” no processo de aprendizagem, encorajando o aluno a se preocupar mais com seu próprio progresso;
- Um agente pedagógico que seja sensível ao progresso do aluno pode intervir quando este fica frustrado, recuperando o interesse do aluno antes que ele volte sua atenção para outras coisas;
- Um agente pedagógico pode mostrar entusiasmo em relação ao assunto sendo tratado, incentivando o aluno a ter o mesmo ânimo na realização das tarefas propostas;
- Um agente pedagógico com uma personalidade rica e interessante pode simplesmente transformar a aprendizagem em algo mais divertido. Um estudante que goste de interagir com um agente pedagógico pode ter uma percepção mais positiva de sua experiência de aprendizagem, e por isso pode passar mais tempo no ambiente de aprendizagem.

Na próxima seção iremos estudar alguns dos modelos para representação de emoções em agentes de interface começaremos com o modelo Ortony, Clore e Collins, este modelo é o mais utilizado.

2.4 Modelos de Representação de Emoção

Para aumentar o realismo/credibilidade dos AAI os desenvolvedores adicionaram características como emoções, personalidade e objetivos, permitindo assim criar uma ilusão de realismo no ambiente. Existem vários modelos para representar emoções, a seguir iremos citar o modelo de Ortony, Clore e Collins – OCC, o modelo de Picard e o modelo de Paul Ekman, este que será utilizado neste trabalho.

2.4.1 Emoções

O que são emoções? Alguns definem que são mudanças fisiológicas que acontecem em nosso corpo, para outros, emoção é somente um processo intelectual.

Para Piaget (1962), o afeto é o motor da inteligência mobilizando o sujeito a pensar. Ele afirma que o afeto é uma condição necessária para a constituição da inteligência, mas não pode explicar totalmente o processo de inteligência. Podendo, levar à aceleração ou retardamento das estruturas cognitivas.

2.4.2 Modelo OCC (Ortony, Clore e Collins)

O modelo conhecido como OCC (Ortony, Clore e Collins) é baseado na estrutura cognitiva das emoções. Este modelo é composto por 22 emoções divididas em aspectos positivos e negativos. Essas emoções são divididas de acordo com suas causas, sendo estas conseqüências de eventos, ações de agentes ou aspectos de objetos. Cada causa possui conhecimento e causa própria, sendo que os conhecimentos são separados de acordo com a causa de ações de agentes e atitudes para os que são causados por aspectos de outros agentes. As intensidades são divididas em desejo, valorização e apelo correspondendo respectivamente a conseqüência de eventos, ações de agentes e aspectos de agentes. Na figura 4, podemos ver o modelo original OCC.

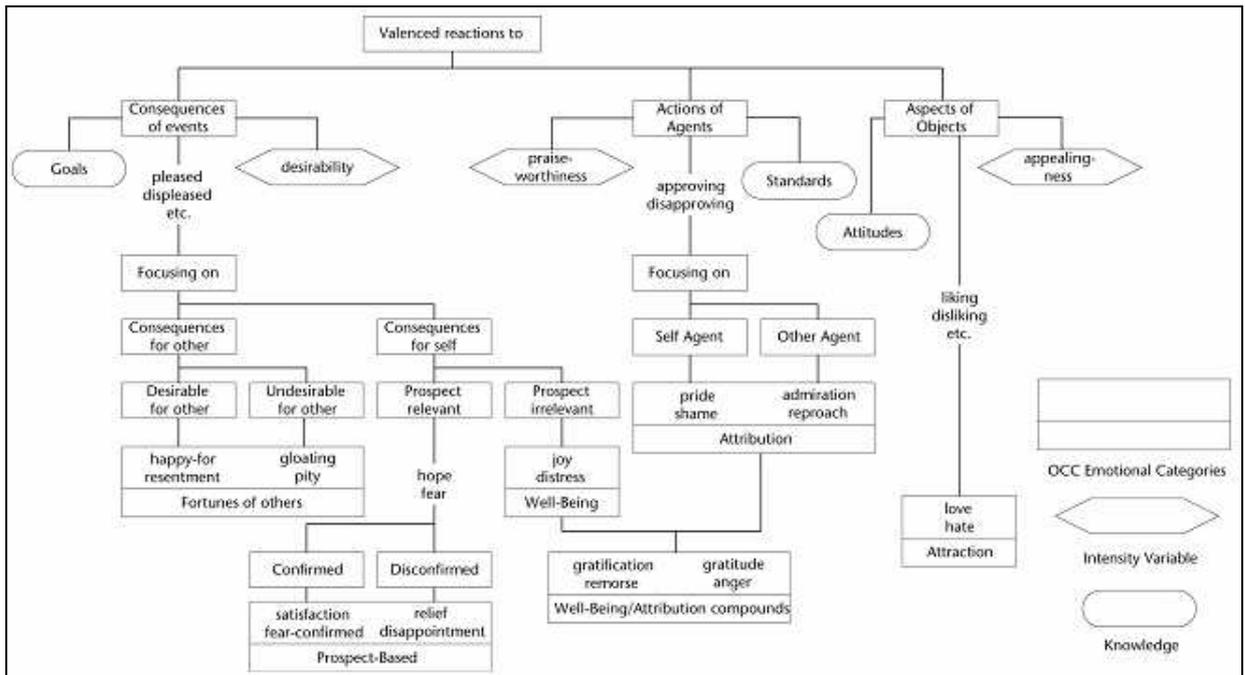


Figura 4 - Modelo original OCC

Fonte: Wilkes, 2006

As 22 emoções são: feliz (*Happy-for*), expressar desejo no olhar (*Gloating*), feliz (*Joy*), orgulho (*Pride*), admiração (*Admiration*), amar (*Love*), esperança (*Hope*), satisfação (*Satisfaction*), alívio (*Relief*), gratificação (*Gratification*), agradecimento (*Gratitude*), ressentimento (*Resentment*), piedade (*Pity*), sofrimento (*Distress*), vergonha (*Shame*), decepção (*Disappointment*), arrependimento (*Remorse*), raiva (*Anger*), censurar/acusar (*Reproach*), ódio (*Hate*), medo (*Fear*), and medo confirmado (*Fear-confirmed*). Como podemos notar emoções positivas e negativas ocupam o mesmo percentual, ou seja, metade são emoções positivas e metade são emoções negativas.

2.4.3 Modelo de Picard

Outro modelo utilizado em ambiente educacional é o modelo de Picard. Este modelo divide o círculo de aprendizado em quatro partes onde o primeiro quadrante representa a satisfação e a curiosidade do aluno. No próximo quadrante representa o desapontamento e a confusão, no terceiro quadrante formado pela confusão e pelo descarte de conceitos errados. No quarto quadrante, surge necessidade de pesquisar, também sendo marcado pelo desânimo do aluno. O aluno deve passar

por todos os quadrantes para ter um aprendizado satisfatório. Na figura 5, podemos ver o diagrama de emoções no ciclo de aprendizado.

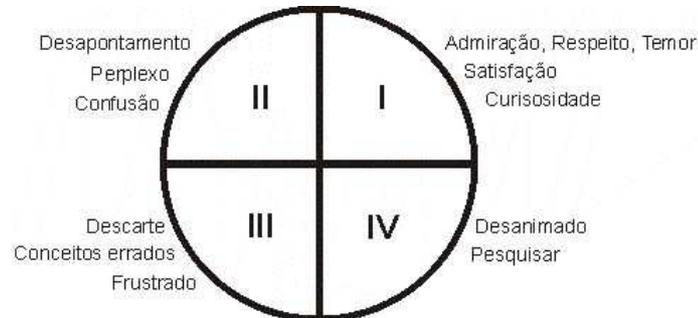


Figura 5 - Diagrama de Emoções no Ciclo de Aprendizado

Fonte: adaptado de Torreão, 2005

2.4.4 Modelo de Paul Ekman

Paul Ekman (1984) realizou pesquisas sobre emoções em diferentes povos e a análise dessas pesquisas resultou nas emoções universais de Ekman, que são: alegria, tristeza, raiva, medo, nojo e surpresa. Na tabela 1, temos a relação entre a emoção e as características das expressões faciais.

Tabela 1 - Características das expressões faciais de Paul Ekman

	Emoção	Descrição
1	Alegria	Sobrancelhas relaxadas. Boca aberta e os cantos da boca voltados para cima.
2	Tristeza	Parte interior das sobrancelhas (perto do nariz) elevada. Olhos ligeiramente fechados. A boca relaxada.
3	Raiva	A parte interior das sobrancelhas contrai-se para baixo. Os lábios pressionam-se um contra o outro ou abrem-se ligeiramente, mostrando os dentes.
4	Medo	As sobrancelhas elevam-se simultaneamente e as partes interiores aproximam-se. Os olhos ficam tensos e em alerta.
5	Nojo	As sobrancelhas e pálpebras estão relaxadas. O lábio superior eleva-se de modo assimétrico fazendo uma pequena curva.
6	Surpresa	Sobrancelhas elevadas. Pálpebras superiores muito abertas e as inferiores muito relaxadas. A boca esta aberta, descendo o maxilar inferior.

Podemos visualizar cada emoção descrita anteriormente agora associada a sua representação gráfica, na figura 6.

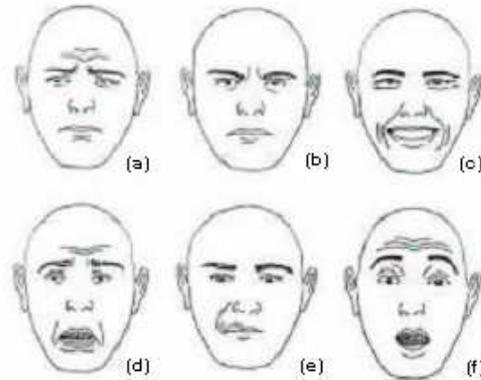


Figura 6 - Expressões universais: (a) tristeza, (b) raiva, (c) alegria, (d) medo, (e) nojo e (f) surpresa.

Fonte: Costa, 2007

Como podemos observar na tabela 2 todas as emoções propostas pelo modelo OCC podem ser representadas através das expressões básicas de Ekman. Podemos notar que o modelo OCC não leva em consideração duas expressões que Ekman define como nojo e surpresa.

Tabela 2 - Relação das emoções de Ekman e o modelo OCC

Ekman	OCC
Alegria	feliz (<i>Happy-for</i>), expressar desejo no olhar (<i>Gloating</i>), feliz (<i>Joy</i>), orgulho (<i>Pride</i>), admiração (<i>Admiration</i>), amar (<i>Love</i>), esperança (<i>Hope</i>), satisfação (<i>Satisfaction</i>), alívio (<i>Relief</i>), gratificação (<i>Gratification</i>), agradecimento (<i>Gratitude</i>), ressentimento (<i>Resentment</i>), piedade (<i>Pity</i>), sofrimento (<i>Distress</i>), vergonha (<i>Shame</i>), decepção (<i>Disappointment</i>), arrependimento (<i>Remorse</i>)
Tristeza	raiva (<i>Anger</i>), censurar/acusar (<i>Reproach</i>), ódio (<i>Hate</i>)
Raiva	medo (<i>Fear</i>), and medo confirmado (<i>Fear-confirmed</i>)
Medo	Não existe
Nojo	Não existe
Surpresa	Não existe

No capítulo 3, serão relatadas algumas arquiteturas que servirão de base para a elaboração de um modelo para este trabalho. Alguns programas que utilizam agentes de *interface* animados também serão citados juntamente com algumas ferramentas que podemos utilizar na construção dos agentes.

3 ARQUITETURAS ESTUDADAS

Neste t3pico ser3o apresentadas algumas arquiteturas que foram estudadas como refer3ncia para extra3o de caracter3sticas positivas de cada trabalho para servir de base na elabora3o desta disserta3o. Mostraremos alguns exemplos de projetos e programas cl3ssicos que utilizam agentes de *interface*.

3.1 Uma Arquitetura Independente de Dom3nio e Plataforma para Apresenta3o de Comportamentos em Agentes Pedag3gicos Animados

Este trabalho foi realizado no Centro Univers3rios La Salle (UniLaSalle) por Ronaldo dos Santos Motola. Seu objetivo foi desenvolver um “corpo” independente de dom3nio e plataforma, algo bem gen3rico. Para a defini3o da apar3ncia do personagem animado foi realizado um question3rio com alunos da 3^a s3rie do ensino fundamental e de professores. As conclus3es s3o as seguintes:

- Quanto ao tipo de personagem: deve possuir mais de um personagem, deixando que o usu3rio escolha com qual personagem deseja trabalhar, para isso foi desenvolvido um ambiente onde poder3 ser adicionado outros personagens , assim como os comportamentos f3sicos e verbais, na figura 7 podemos ver os personagens desenvolvidos *a priori*;
- Quanto 3 apar3ncia: ser intelectual e alegre;
- Quanto ao comportamento: ter aproximadamente 10 cm e de corpo inteiro; Como foi descrito anteriormente, um question3rio foi elaborado junto com alunos da 3^a s3rie do ensino fundamental e professores, neste question3rio tem a pergunta: “Qual o tamanho que o personagem deve ter em rela3o 3 tela do computador?”.

- Quando a interação com o aluno: gestos e fala, deixando que o aluno decida em ocultar/exibir o personagem como também deixar mudo ou não.

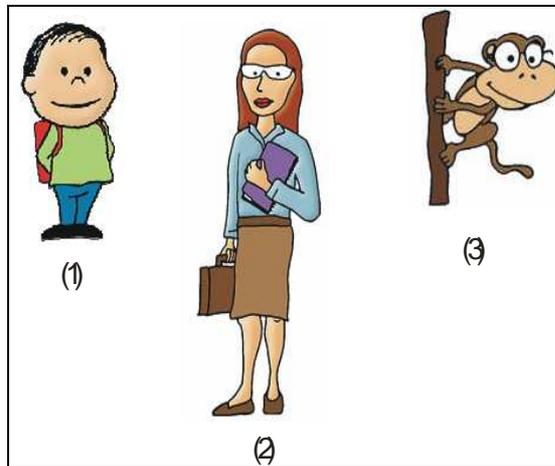


Figura 7 - Personagens animados: (1) Jeff; (2) Maria e (3) Monkey

Fonte: Motola, 2007

Foram implementados dois módulos: um módulo mente e um módulo corpo. Esses módulos são agentes autônomos e independentes que se comunicam. A Mente é um agente inteligente cognitivo, que tem a função de realizar o trabalho da modelagem cognitiva e afetiva do aluno, baseando-se assim para a determinação das estratégias e táticas a serem aplicadas. Já o Corpo é um agente reativo, que reagirá conforme a tática escolhida pela Mente apresentando um comportamento físico e verbal que corresponda à tática escolhida. A comunicação entre o Corpo e a Mente é feita pelo *Framework* FIPA-OS. Esse *Framework* deverá ser instalado e configurado em cada estação de trabalho. A comunicação acontece da seguinte maneira:

O módulo Mente ficou responsável por enviar uma mensagem para o módulo Corpo, após o recebimento da mensagem esse faz um tratamento para capturar a tática da mensagem, enviando-a para o componente Gerador de Comportamentos (GC).

Na figura 8, temos a arquitetura interna do agente corpo. O GC tem a função de escolher na Base de Dados (BD) os comportamentos que fazem parte da tática e enviar esses para o componente Animador. Para que não se torne repetitivo os comportamentos, na BD consta uma informação da data de sua última utilização.

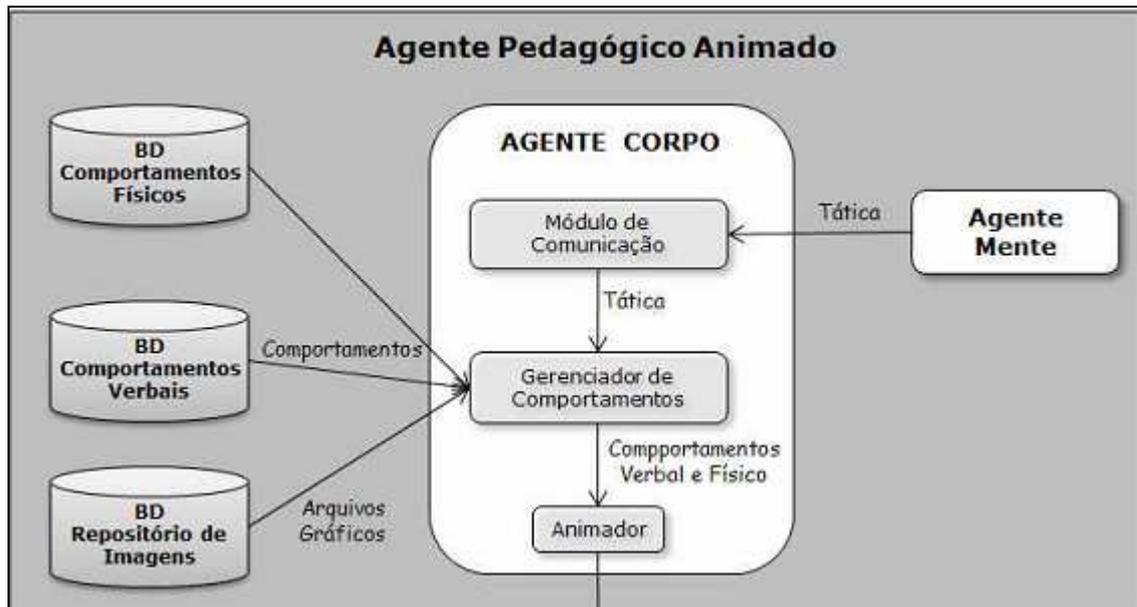


Figura 8 - Arquitetura do Agente Corpo

Fonte: Motola, 2007

O componente Animador é responsável pela geração das animações. Esse componente foi desenvolvido por Motola apud Wilges (2007) e utiliza a linguagem Java. Os arquivos gráficos estarão em um repositório (pasta) chamado Imagens, onde esse repositório está organizado da seguinte maneira conforme a figura 9:

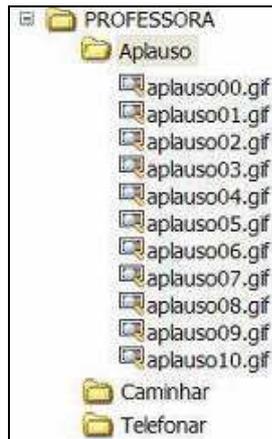


Figura 9 - Estrutura do repositório das imagens

Fonte: Motola, 2007

- Pasta raiz: especifica qual o personagem, por exemplo, Professora;
- Sub-pastas: especifica qual o comportamento e dentro das sub-pasta estão localizados os arquivos gráficos no formato .gif.

O tutor tem um papel importante, pois ele é o responsável por executar as atualizações necessárias na BD. Na figura 10, podemos ver a BD, onde um personagem está relacionado tanto com vários Comportamentos Corporais (CCorporal) como com vários Comportamentos Verbais (CVerbal). Onde esses estão relacionados com várias ações corporais (AcaoCorporal) e várias ações verbais (AcaoVerbal) e essas se relacionam com uma tática.

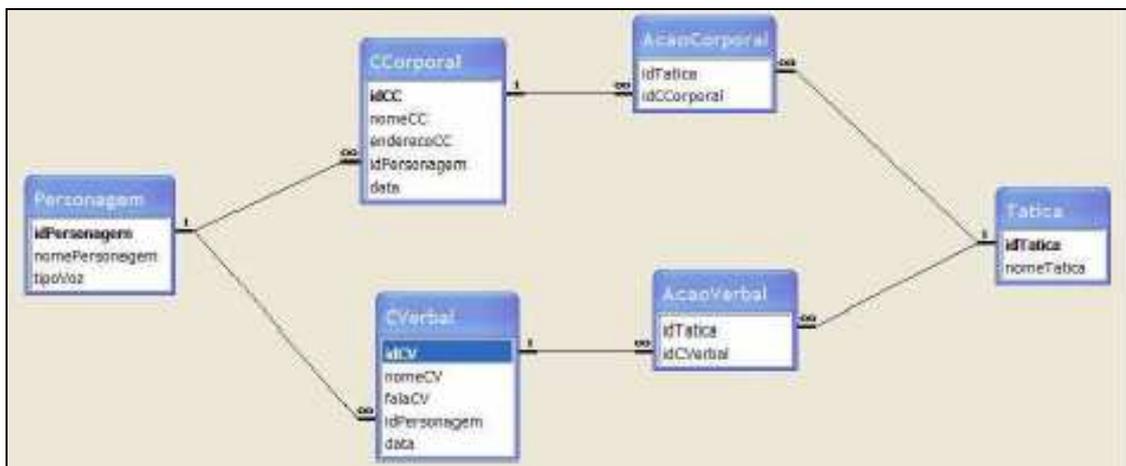


Figura 10 - Modelo da base de dados do projeto

Fonte: Motola, 2007

3.2 Project Knowledge Learning Environment (PMK)

A segunda arquitetura estudada foi o *Project Knowledge Learning Environment* (PMK) que é um ambiente de aprendizagem para a educação em Gerenciamento de Processos desenvolvido na Universidade Federal de Pernambuco (UFP), uma abordagem de *i-learning* para EAD que pode ser executado na *web*. Como objetivo principal é oferecer ao estudante uma visão mais prática e interativa sobre gerenciamento de processos, como: exercícios, simulados do exame PMP, perguntas freqüentes, biblioteca, dicas, *links* interessantes, glossário e lista de figuras. O PMK é independente de plataforma. Na sua construção foi utilizado Java usando *Servlets Java*, *Java Server Page* (JSP), *Java Script*, *Cascading Sheets Style* (CSS), *Extensible Markup Language* (XML), *Flash* e banco de dados *MySQL*.

Neste ambiente, foi integrado um agente pedagógico animado chamado VICTOR com comportamento de um Companheiro Virtual de Aprendizado. Com objetivo de auxiliar o processo de aprendizagem com um tratamento personalizado por estudante e buscando minimizar alguns problemas de EaD. Fornecendo um *feedback* (retorno – realimentação) imediato para as ações do estudante com objetivo de motivá-lo através de dicas, sugestões e elogios, tudo de acordo com o esforço do estudante. VICTOR foi classificado como um *chatterbot*, usando a linguagem natural para responder questões sobre o domínio PMK. Na construção foi utilizada uma extensão da linguagem Java, que tem a função de embutir um mecanismo de regras de produção de primeira ordem com encadeamento progressivo (Russel e Norvig, 2003), denominada JEOPS (Java Embededd Object Production System). Suas expressões faciais são expressas em resposta às ações dos estudantes. A figura 11 apresenta quatro animações de um total de vinte e sete animações. As animações foram desenvolvidas como *gifs* animados.



Figura 11 - Animações de VICTOR

Fonte: Torreão, 2005

A arquitetura desenvolvida para o agente VICTOR foi fundamentada nas características principais de um Sistema Tutor Inteligente que são as seguintes:

- Modelo do estudante: tem como função armazenar dados do estudante e seu entendimento sobre o domínio. Permitindo a avaliação do progresso e aprendizado do aluno;
- Base de conhecimento do domínio: contém o conteúdo de estudo do domínio. Tem informações sobre o que se quer ensinar;
- Módulo pedagógico: determina qual será o comportamento do CVA no ambiente e quais serão as informações apresentadas para o estudante.
- Módulo de comunicação: esse é o meio de comunicação entre o CVA e o ambiente, capturando dados e as ações do estudante na interface

gráfica para retornar à interface informações e ações do CVA ao estudante.

A arquitetura do VICTOR pode ser visualizada na figura 12.

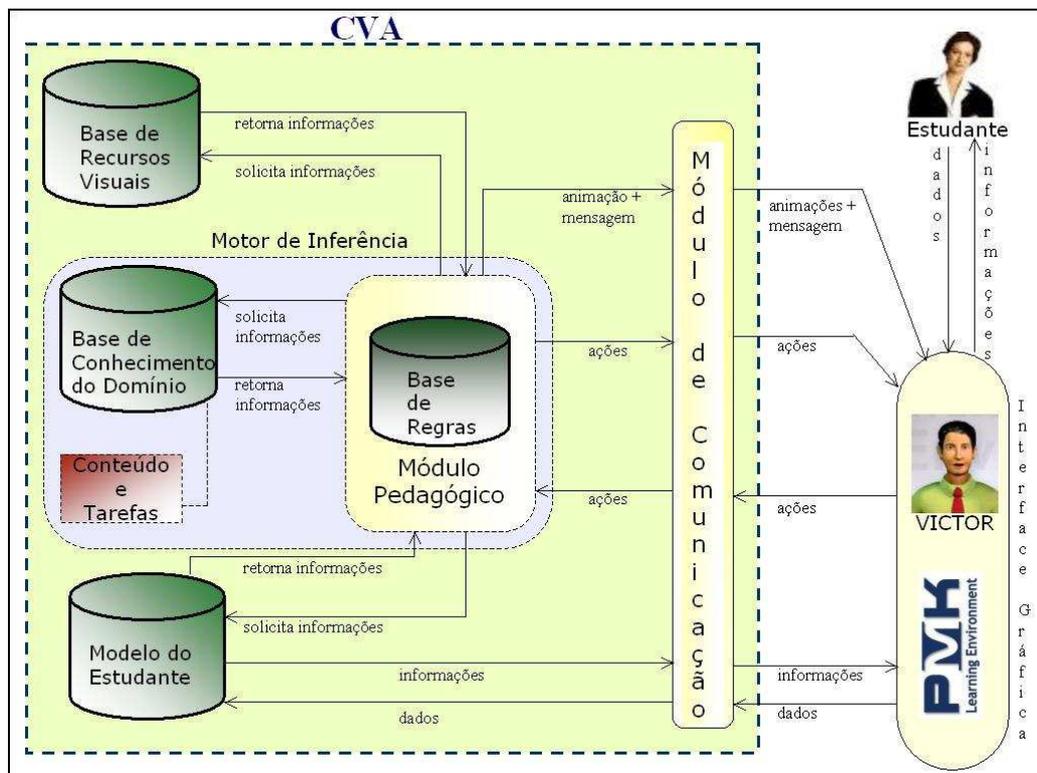


Figura 12 - Arquitetura do CVA – VICTOR

Fonte: Torreão, 2005

O módulo Motor de Inferência gerencia como as inferências são realizadas em cima da base de conhecimento do domínio. Para esta tarefa foi utilizado o JEOPS para a administração das regras de produção.

O armazenamento das animações e mensagens é feita na Base de Recursos Visuais que são utilizadas pelo Módulo Pedagógico. Nesse módulo é determinado como, quando e quais ações serão apresentadas para o estudante é aqui que estão definidas as táticas pedagógicas (no caso, regras de produção) e o comportamento do agente animado que são usados pelo Motor de Inferência.

O responsável pelas interações entre CVA e o ambiente é o Módulo Comunicação, capturando os dados sobre o estudante na Interface Gráfica. O módulo pedagógico analisa as ações sobre o estudante para determinar qual será o comportamento do CVA no ambiente.

3.3 Comparativo entre as arquiteturas estudadas

Na tabela 3, foi realizada uma comparação entre as duas arquiteturas estudadas, onde podemos analisar e decidir o que será acrescentado no projeto.

Tabela 3 - Comparativo entre arquiteturas estudadas

Comparativo	Motola	<i>Project Knowledge Learning Environment</i>
Número de agentes animados	3 (Jeff, Maria e Monkey)	1 (Victor)
Possibilidade de inclusão de outros agentes animados	SIM	NÃO
Plataforma de utilização	Independente	Independente
Plataforma de desenvolvimento	WEB	WEB
Linguagem de programação utilizada	JAVA	JAVA
Representação das animações	Seqüencia de arquivos <i>gif</i>	Arquivos de <i>gifs</i> animados
Números de animações	Não informado	27
Persistência de dados	Não informado	MySQL
Domínio da aplicação	Independente	Gerenciamento de Projetos - <i>Project Knowledge Learning Environment</i> (PMK)

Analisando a tabela acima, podemos notar que algumas características são importantes, como, independência de plataforma e Linguagem de programação – podendo ser usado em qualquer hardware ou Sistema Operacional; As animações são apresentadas como arquivo *.gif*

Portanto, para a elaboração deste trabalho devemos utilizar uma linguagem de programação que atenda todas as arquiteturas e sistemas operacionais e que deva ser utilizada na internet, como a linguagem de programação Java. Devemos cuidar da aparência das animações, mas como foi escrito anteriormente, isto não é do escopo deste trabalho. Neste trabalho me limito em apresentar um modelo de inferência, que terá a função de fornecer um *feedback* ao usuário das expressões faciais de Ekman, conforme as interações deste com o STI, tornando o ambiente EaD mais agradável para o usuário passando a ele a ilusão de que existe alguém interessado no seu processo de ensino aprendizagem.

3.4 Exemplos de Projetos e Programas que Utilizam Agentes de Interface

Nesta seção serão citados alguns exemplos de projetos e programas que utilizam agentes de interface. Vamos perceber que eles são utilizados para os mais variados propósitos de aprendizado.

3.4.1 Projeto Teatro Virtual

O Projeto Teatro Virtual (Hayes-Roth et al., 1995) desenvolvido no Departamento de Ciência da Computação da Universidade de Stanford sob a coordenação da pesquisadora Bárbara Hayes-Roth. Tem como objetivo proporcionar um ambiente multimídia no qual o usuário pode executar papéis criativos associados à produção e execução de peças e histórias numa companhia de teatro improvisacional. Os papéis são: produtor, diretor e ator, assim, os usuários podem interagir com agentes atores, informando instruções abstratas que determinam a estrutura narrativa da história. Os agentes improvisam comportamentos físicos e verbais que seguem a narrativa e atendem a narrativa e atendem a outros critérios de execução, tais como, qualidades individuais e convenções sociais. Deste modo,

caso uma mesma história seja executada sucessivamente, os agentes poderão improvisá-la de diferentes maneiras. Na figura 13, é mostrada a interface do modo de bonecos animados. (MORAES, 2005)



Figura 13 – Interface do modo de boneco animado

3.4.2 ADELE (Agent for Distance Education – Light Edition)

Foi desenvolvido para ajudar estudantes na área da Medicina. Sua função é ajudar a resolver exercícios e disponibilizar material para estudo. É capaz de destacar assuntos importantes, faz monitoramento do aluno e verifica o grau de compreensão do aluno sobre o assunto estudado, através de testes de avaliação. Na figura 14, é mostrada a foto do ambiente do ADELE.

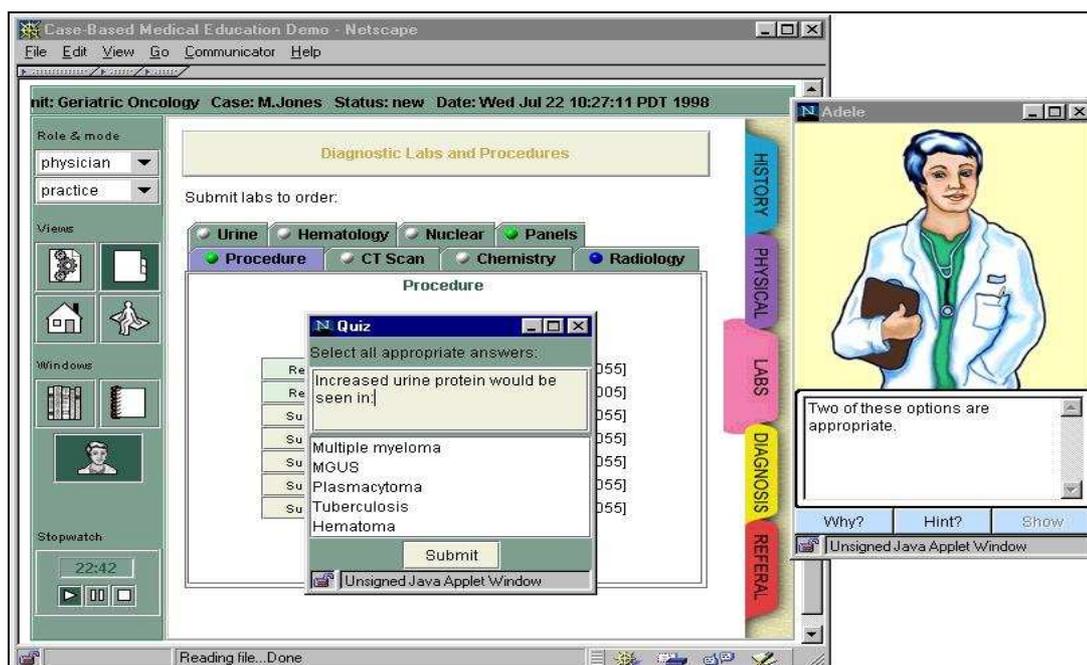


Figura 14 – Foto do ambiente ADELE

Fonte: <http://www.isi.edu/isd/ADE/papers/its98/ITS98-WW.htm>

3.4.3 Arquitetura do Adele

Consiste de dois principais componentes: o agente pedagógico e a simulação. O agente pedagógico consiste, além disso, de dois sub-componentes, a máquina de inferência e o personagem animado. Um terceiro componente, o gerenciamento de sessão, é empregado quando o sistema está sendo utilizado em modo multi-usuário. O personagem animado foi implementado em applet JAVA[®] que pode ser usado sozinho ou em uma aplicação.

3.4.4 A.L.I.C.E. (Artificial Linguistic Internet Computer Entity)

É um *chat robot* baseado em linguagem natural. A.L.I.C.E. utiliza a linguagem AIML, esta que é baseada na linguagem XML, que foi projetada para criação de estímulo-resposta em *chat robots*.

O modelo de aprendizagem na A.L.I.C.E. é chamada aprendizagem supervisionada porque uma pessoa, o *botmaster*, joga uma regra crítica. O

botmasters monitora a conversação do *robot* e cria um novo conteúdo AIML para dar a resposta mais apropriada, precisa, fiel ou humana possível.

O cérebro da A.L.I.C.E. consiste em aproximadamente 41,000 elementos chamados de categorias. Cada categoria combina uma questão e resposta ou estímulo e resposta, chamadas de padrão e modelo respectivamente. São armazenados os padrões em estruturas de árvore gerenciada por um objeto chamado *Graphmaster*, A figura 15 mostra um diálogo com a A.L.I.C.E..

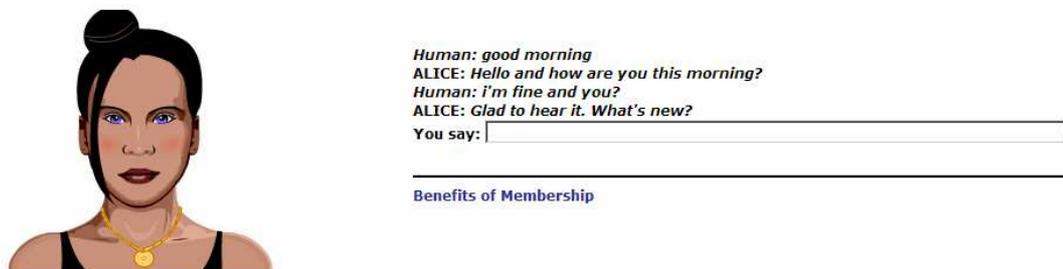


Figura 15 – Um diálogo com o programa chat robot A.L.I.C.E.

Fonte: <http://www.pandorabots.com/pandora/talk?botid=f5d922d97e345aa1>

3.4.5 MetaFace System

O objetivo desse sistema é fornecer aos desenvolvedores um *framework* que possua características humanas e que seja extensível para que usuários executem interações intuitivas com *websites*. Permitindo assim, a criação de *websites* baseado na característica antropomórfica, assim como, professores universitários, lojistas, caixa de banco e guia turístico. O *framework* envolve três áreas de pesquisa: *Embodied Conversational Agents* (ECAs), arquitetura de *framework* e agentes animados de interface. Na figura 16 é apresentado o diagrama conceitual do sistema *MetaFace*, (BEARD, -).

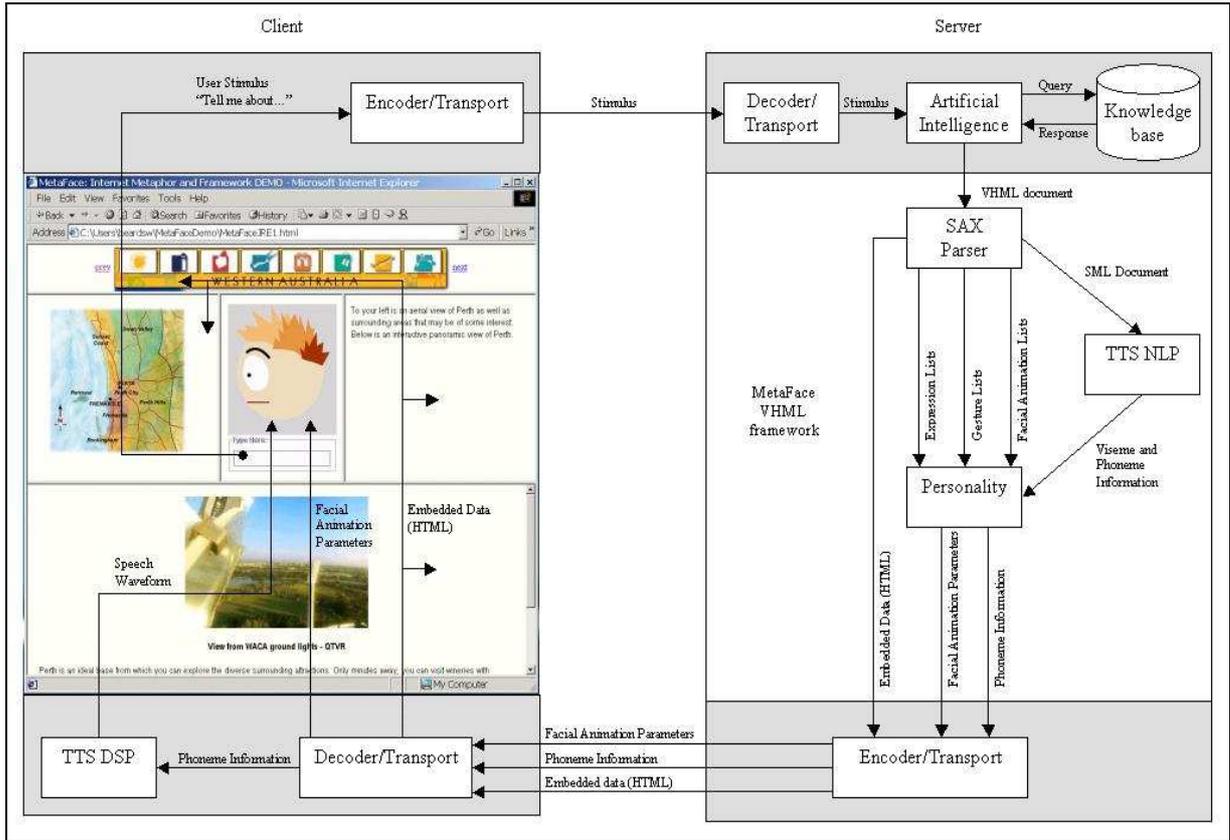


Figura 16 – Diagrama conceitual do sistema *MetaFace*

Fonte: <http://www.metaface.computing.edu.au/images/metafaceconceptl.html>

A da interação com o usuário é feito através de *textbox* (abaixo da figura do menino) que o usuário pode fazer perguntas ou executar comandos em linguagem natural. O estímulo é enviado para o servidor onde um subsistema de IA interpreta-o, e como resultado gera um documento VHML. O documento é analisado pelo um *parser* (analisador gramatical) extraindo informações sobre expressões, gestos e manipulação facial. Textos encontrados no documento VHML são extraídos e enviados para a emulação de uma voz humana a partir de um texto escrito (TTS – *Text to Speech*). O módulo *Personality* é responsável pela criação dos gestos, animação facial. No lado cliente o TTS produz uma forma de onda e as animações de facial são sincronizadas de acordo com a fala, (BEARD, -).

3.5 Ferramentas para desenvolvimento de agentes animados

Esta seção apresenta ferramentas que auxiliam na criação de agentes animados, não são ferramentas livre para o uso a ferramenta da Microsoft, por exemplo, ficamos limitados a uso de servidores de páginas *web* da própria Microsoft. E o projeto terá que funcionar em outros servidores.

3.5.1 Microsoft® Agent

São os agentes animados da Microsoft®, é uma tecnologia que enriquece o modo do usuário interagir com o computador, tornando o aprendizado e/ou uso do computador mais fácil e mais natural. (MSAGENTS, 2003).

O MSAgent pode ser usado em aplicações *Standalone* e também em páginas HTML usando linguagens de *Script* como *VBScript* ou *JScript*, sendo uma solução só para ambiente Microsoft®. Na figura 17, exemplos de agentes da Microsoft®.



Figura 17 – Agentes Microsoft®

Fonte: <http://www.microsoft.com/products/msagent/>

Pode-se também criar o seu próprio personagem e suas animações, através de qualquer ferramenta gráfica. A Microsoft® disponibiliza de forma *free* uma ferramenta de edição de personagens chamada *Microsoft Agent Character Editor*.

3.5.2 Verbot®

Verbot® é um programa de propriedade da empresa *Conversive Inc.* e permite criar personagens virtuais que podem realizar várias tarefas, tais como, dar

assistência a tarefas comuns no uso do computador, servindo como um assistente virtual que ajuda você a se organizar e atuar como professor. (CONVERSIVE, 2004).

4 PROJETO: “O USO DE ESTILOS COGNITIVOS E DE AGENTES PEDAGÓGICOS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM”

Neste capítulo, será descrito o projeto “O uso de estilos cognitivos e de agentes pedagógicos no processo de ensino-aprendizagem”, que está em fase de execução na Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. Seu desenvolvimento esta sob a responsabilidade do grupo de pesquisa – Sistemas Computacionais de Apoio a Educação – envolvendo os departamentos de Informática e Psicologia.

O capítulo está organizado em seções: na seção 4.1 aborda os estilos cognitivos e as táticas de ensino (apresentação das telas com a representação dos perfis imagético e verbal); na seção 4.2 será apresentado o agente tutor (características e ações), modelos computacionais e o ambiente de ensino e a seção 4.3 descreverá o ambiente de validação.

4.1 Estilos cognitivos e as táticas de ensino

Estilo cognitivo é a maneira como cada aluno aprende. É necessário identificar o estilo cognitivo dos alunos que utilizam o ambiente para que este se adapte ao estilo de aprendizagem do aluno. Para a aquisição inicial do estilo cognitivo é aplicado um teste denominado de Teste de Ross, a figura 18 apresenta uma página do Teste de Ross. O teste de Ross considera o desempenho individual em relação aos processos de pensamento. Através do teste é possível avaliar as habilidades dos alunos relativas à análise, síntese e avaliação. Cada uma dessas habilidades foi desmembrada em outros subtestes para a obtenção das habilidades específicas dos estudantes. As habilidades específicas da análise são: analogia, premissas ausentes e análise de informação relevante e irrelevante. A síntese tem como habilidades específicas as relações abstratas, a síntese seqüencial e a análise

de atributos. E por fim, raciocínio dedutivo e estratégia de questionamento são as habilidades específicas da habilidade avaliação. Ao término do teste o STI identifica o perfil cognitivo inicial do aluno, que pode ser: imagético ou verbal.

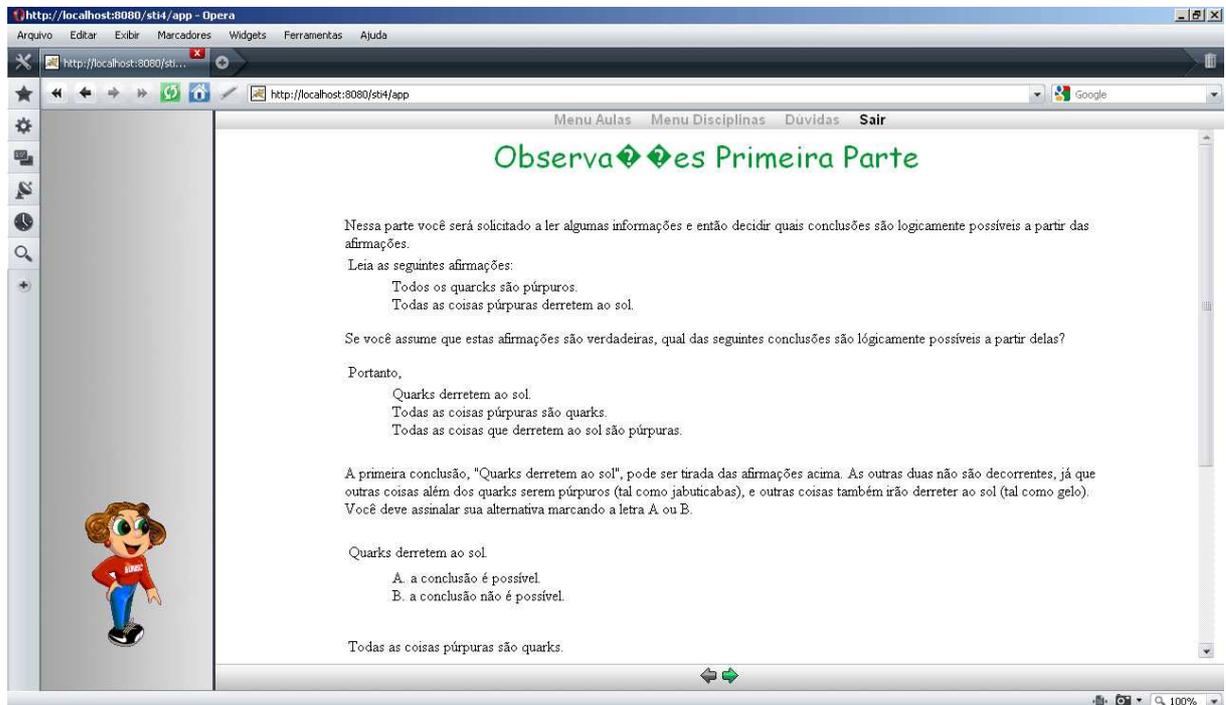


Figura 18 - Página do Teste de Ross

Para os alunos com perfil imagético o STI utilizará a tática de ensino Imagética, que consiste na apresentação do material instrucional ao usuário (aluno) através de exemplos com figuras; exemplos com figuras e sons; figuras a serem organizadas; relacionar colunas (figuras); preencher lacunas (figuras); textos com trechos destacados; textos com figuras relacionadas e texto com som. Na figura 19, podemos visualizar uma tela do sistema onde o material instrucional esta sendo apresentado através da tática de ensino *Imagética*.

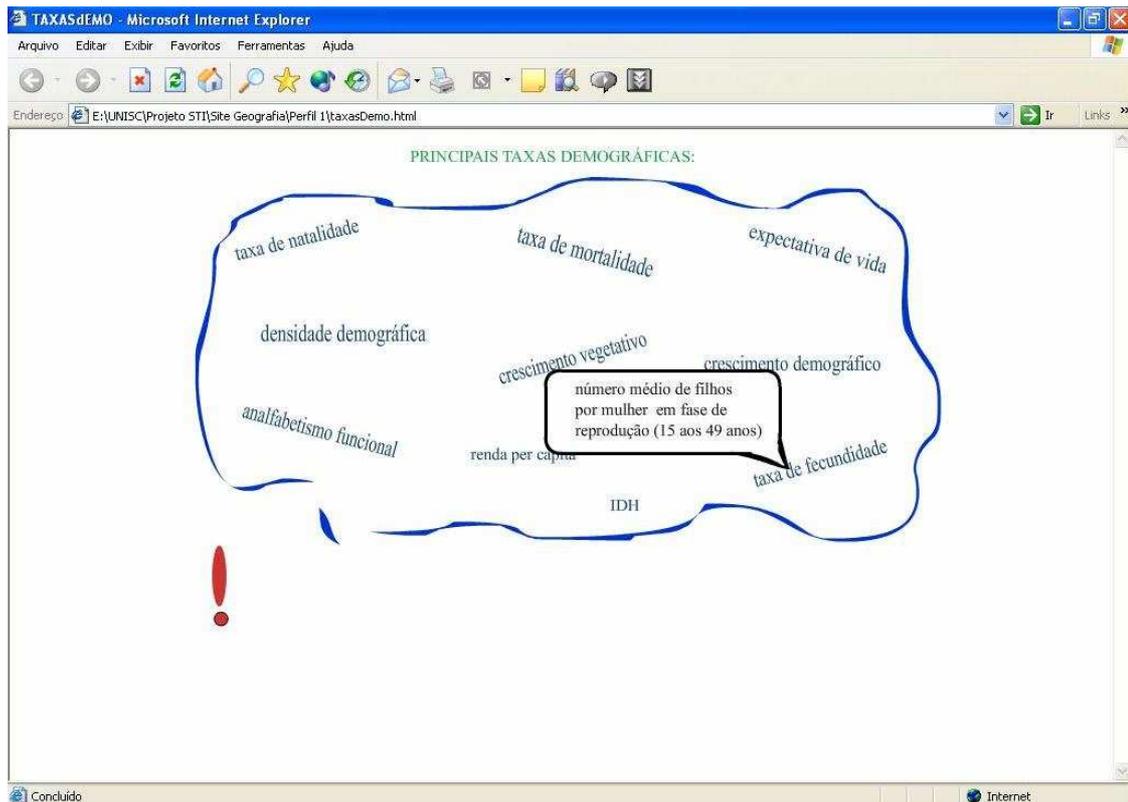


Figura 19 - Conteúdo instrucional apresentado na tática de ensino Imagético

Já alunos com perfil Verbal o STI utilizará a tática de ensino Verbal, apresentando o material instrucional aos usuários (alunos) através de exemplos com textos; exemplos com sons e textos; frases a serem organizadas; selecionar colunas (texto); verdadeiro/falso; múltipla escolha; texto com perguntas e preenchimento de colunas. Na figura 20, podemos ver uma tela do sistema onde esta apresentando o material instrucional através da tática de ensino *Verbal*.

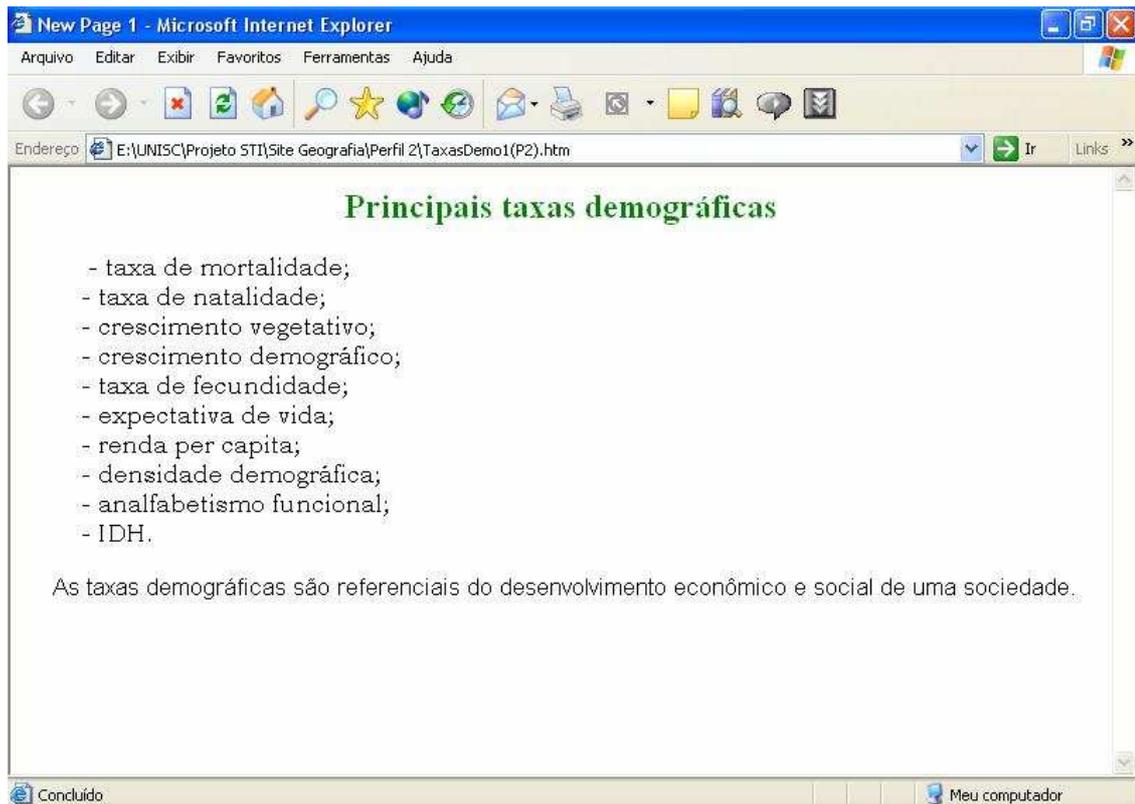


Figura 20 - Conteúdo instrucional apresentado na tática de ensino Verbal

Na seção 5.2 será descrito como foi realizado o experimento, mostrando a arquitetura dos STI e também as regras de produção utilizadas no experimento.

4.2 Descrição do experimento

Neste projeto foram desenvolvidos dois agentes pedagógicos animados a Dóris (Santos, 2000) e o Dimi (Silva, 2002). O primeiro agente tem o papel de tutor e o segundo tem o papel de companheiro no ambiente. A figura 21 apresenta a arquitetura dos agentes pedagógicos.

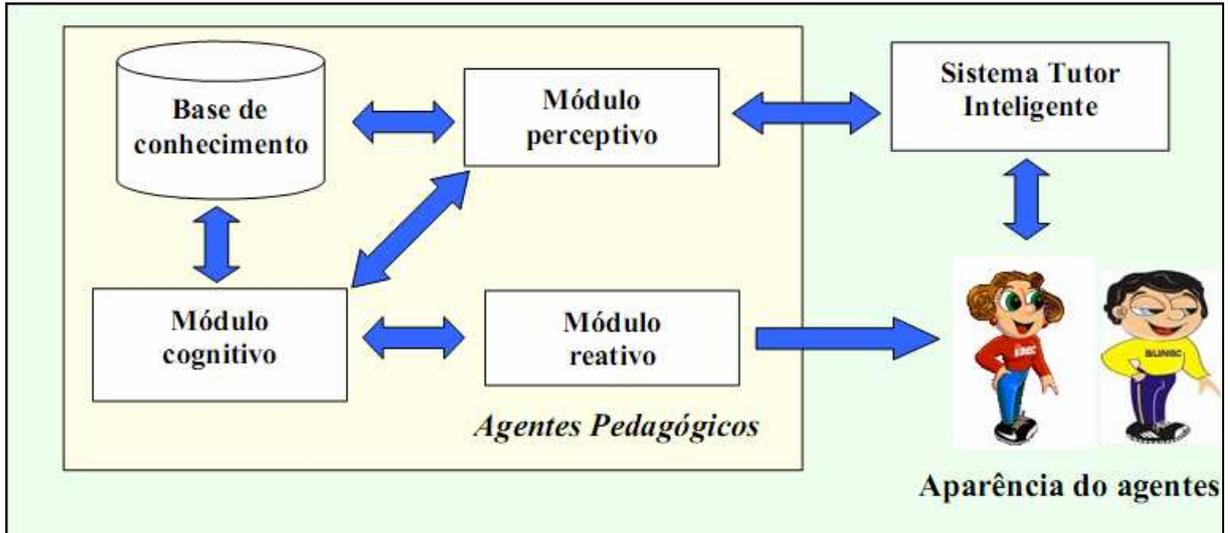


Figura 21 - Arquitetura dos agentes Tutor e Companheiro

Fonte: Frozza

Cada módulo tem uma função específica no sistema. O módulo perceptivo tem como função extrair e armazenar as informações referentes à interação do aluno com o sistema. Assim, é neste módulo que estão os “receptores” dos agentes do STI, por exemplo, que monitora: o início e término da interação entre o aluno e o sistema; as páginas visitadas; o tempo de permanência em cada página; sendo essas são algumas de suas tarefas.

Realizar inferências na base de conhecimento é responsabilidade do módulo cognitivo, que determina quais ações devem ser realizadas pelo agente. As ações são determinadas através da percepção. Algumas ações que este módulo realiza no sistema, são: mensagens com dicas e lembretes; perguntas para verificar se o usuário tem dificuldades; mensagem de alerta para o usuário (aluno) quando este deixa de visitar/pulou páginas.

O módulo cognitivo indica ao módulo reativo as ações que este deve realizar. O módulo reativo é que estabelece a comunicação (*interface*) do sistema com o usuário, fazendo a apresentação propriamente dita das mensagens.

Por fim, a responsabilidade de analisar as características do aluno e associar essas a uma tática de ensino (verbal/imagética) para apresentação de material

instrucional ficou com o agente tutor que possui um módulo de tomada de decisão, ativado através de regras de produção.

Os modelos computacionais utilizados foram regras de produção e a rede *bayesiana*. Esses modelos têm funções diferenciadas no ambiente. As regras de produção definem a atuação dos agentes pedagógicos no ambiente, através da interação com o usuário (aluno). Já a rede *bayesiana* modela o estilo cognitivo do usuário (aluno).

As regras de produção são regras simples de condição/percepção e reação/ação que são ativadas quando o ambiente for modificado reagindo a esta modificação conforme a regra. A sintaxe: **SE** <condição> **ENTÃO** <ação>. Algumas regras de produção existente no ambiente serão listadas abaixo, essas regras são aplicadas tanto para o agente tutor como para o agente companheiro.

(1) No momento que o agente tutor verificar que o aluno pulou ou não páginas:

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

Então o agente verifica as táticas usadas

E armazena esta informação, mantendo as táticas

Se o agente verificar que o aluno pulou a página

Então o agente faz a pergunta:

“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 companheiro sugere uma discussão (através de uma caixa de diálogo, onde o aluno digita a mensagem que é guardada para posterior leitura do professor por *mail*)

Se o aluno responder “Você não está interessado”

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

Se o aluno responder "Você não está interessado"

E o aluno já pulou página anteriormente

Então o agente sugere, através de uma caixa de diálogo, que o aluno passe pelo conteúdo com outra tática de ensino (o aluno toma a decisão)

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)

(2) No momento que o agente companheiro verificar que o aluno pulou páginas:

Se o agente companheiro verificar que o aluno pulou a página

Então o agente emite uma mensagem de alerta:

"Você pode ter problemas no futuro não conhecendo o conteúdo desta página!"

(3) Durante a interação do aluno com o sistema, de forma aleatória, sem evento/percepção:

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

(a) Se o aluno "acertou"

Então o agente companheiro apresenta uma explicação distorcida do conteúdo

E solicita a opinião do aluno, armazenando-a

E envia por *mail* ao professor a opinião armazenada

(b) Se o aluno "acertou"

E tiver outros alunos *on-line* no sistema

Então o agente companheiro sugere um *chat* entre o aluno e alguém que estiver *on-line* no sistema, através de uma caixa de diálogo.

(Alternar entre (a) e (b) para não tornar a interação repetitiva).

A rede *bayesiana* é utilizada para informar o estilo cognitivo do usuário (aluno) ao agente, para que este possa atuar indicando o material instrucional adequado, conforme as táticas de ensino (imagética/verbal) definidas. Toda a requisição a uma página implica na atualização das evidências da rede *bayesiana*.

A implementação de quatro nodos na rede *bayesiana*, que são as variáveis que definirão o perfil cognitivo do usuário (aluno), conforme o seu objetivo os nodos receberam sua nomenclatura, que são: tempo, tática, seqüência e perfil. O nodo tempo controla o tempo estimado de permanência do usuário (aluno) nas páginas com conteúdos instrucionais, esse tempo é definido pelo professor do componente curricular. Por exemplo, toda vez que um aluno permanecer menos de 20% do tempo estimado pelo professor, o nodo *Tempo* receberá como evidência cem por cento de certeza (100%) atribuída ao estado «Pouco»; *tática* recebe como evidências o tempo de permanência e a tática utilizada na página para apresentar o conteúdo para o aluno; *Seqüência* o professor do componente curricular estipula uma seqüência de páginas para cada conteúdo. Cada vez que essa seqüência for quebrada, o nodo recebe esta evidência; *perfil* define o perfil do aluno, por exemplo, se o perfil do aluno apresentar a probabilidade de ser *imagético*, o ambiente se adaptará a este ambiente, apresentado páginas com o formato para este perfil.

Os participantes do teste foram os alunos dos Cursos de Ciência da Computação, Licenciatura em Computação e Psicologia. Como resultados do teste foram apresentados duas categorias de estilos cognitivos: estilo A (Psicologia) e o estilo B (Informática). No estilo cognitivo A concentrou os alunos com habilidades específicas: dedutiva, premissas ausentes e análise de atributos e no estilo cognitivo B aglutinaram-se os alunos com habilidades específicas do tipo: análise de informação relevante e irrelevante, análise de atributos e premissas ausentes. O estilo cognitivo A deu origem a tática de ensino denominada de *Verbal*, e do estilo cognitivo B originou a tática de ensino *Imagética*.

Para obtenção do perfil do usuário (aluno) o sistema realiza um questionário baseado no Teste de Ross, este teste está dividido em quatro partes. O questionário é realizado na primeira vez que o usuário (aluno) acessa o sistema. A figura 18 na seção 4.1 mostra uma tela do teste de Ross.

4.3 Validação do STI

Para validar o ambiente STI foi necessário ir a campo. O STI foi validado com uma turma do terceiro ano do ensino médio da Escola Rosário. Os conteúdos apresentados para a validação foram referentes à disciplina de Geografia.

5 MODELO DE INFERÊNCIA PARA REPRESENTAÇÃO DAS EXPRESSÕES FACIAIS

Com a inclusão de AAI em ambiente AVAs pretende-se aumentar a afetividade e a interação. Levando em consideração que esses ambientes normalmente não possuem um apelo emocional e com isso pecam em alguns aspectos. Para este trabalho ficou convencionado que as expressões faciais que serão representadas são: alegria, tristeza, surpresa e neutro. Acreditamos que com a inclusão dessas expressões faciais nos AVAs, este se tornará mais próximo do método tradicional do processo ensino-aprendizagem.

Neste capítulo será apresentado como foi desenvolvida a solução para a representação das expressões faciais no ambiente STI apresentado no capítulo sobre emoções. que é fornecer uma realimentação não verbal com o usuário em forma de expressões faciais. Essas que foram geradas através de uma técnica de transformação denominada *Morph*.

Para melhor entendimento das etapas da realização do mecanismo será dividido o capítulo em seções. Na seção 5.1 será descrito com será realizada a interação com o ambiente, através de telas do ambiente STI. Descreve como foram produzidos os *gifs* animados que expressam as expressões faciais definidas para o trabalho. A seção 5.2 relata qual o programa foi utilizado e como foram realizadas as transformações das imagens. A seção 5.3 tratará sobre as regras de produção utilizadas no mecanismo de inferência para que a expressão adequada seja mostrada.

5.1 Formas de interação com o ambiente

O ambiente foi desenvolvido para a utilização na internet, como páginas normais *web*. Para que o usuário obtenha o acesso ao STI ele precisa ter um nome de usuário e uma senha, conforme mostra a figura 22.

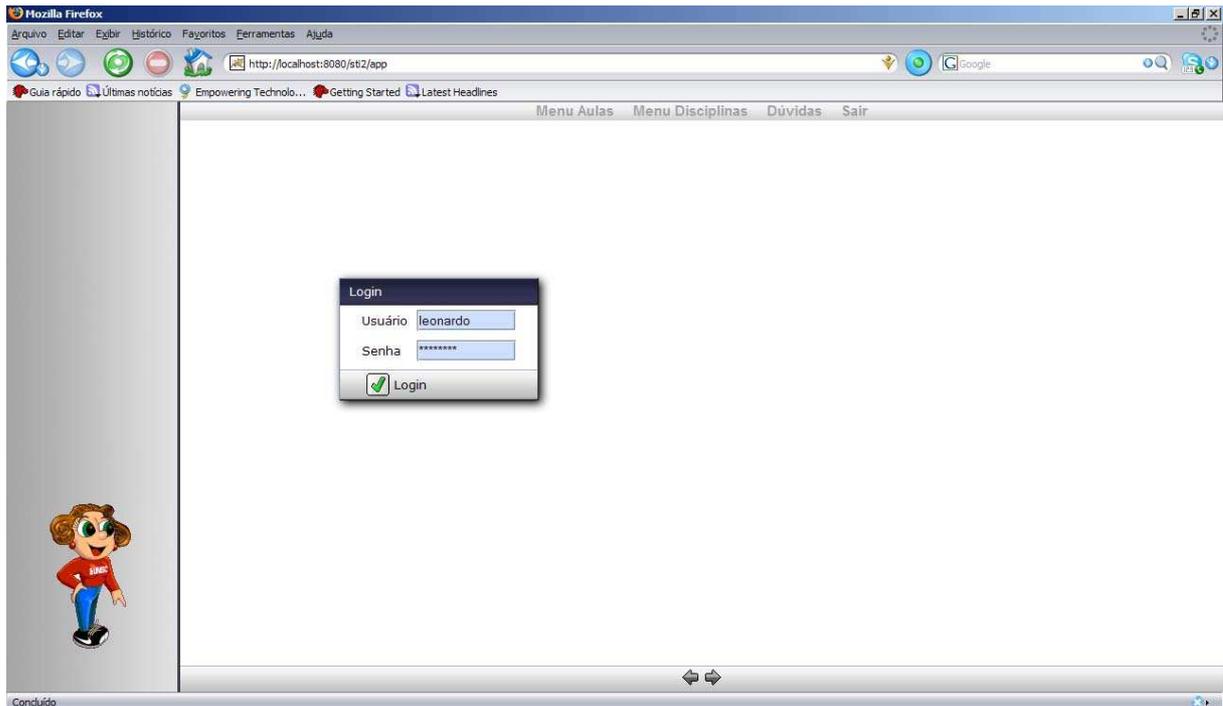


Figura 22 - Tela de login do STI

Após a realização do *login* o STI mostra a tela de boas-vindas que pode ser observada na figura 23. Nesta tela também podemos notar uma mensagem de boas-vindas ao aluno e a AAI troca sua expressão facial para a emoção alegre, mostrando sua satisfação em rever o usuário. Para que AAI apresente mudança no seu comportamento, por exemplo, da expressão facial que representa a emoção alegre para a expressão facial que representa a emoção surpresa, o ambiente irá captar através de seus “receptores” as mudanças ocorridas e se adaptará a nova situação através de seus “atuadores”, realizando assim a troca da expressão facial da AAI. Sempre levando em consideração a rede *bayesiana* e as regras de produção implementadas no sistema.

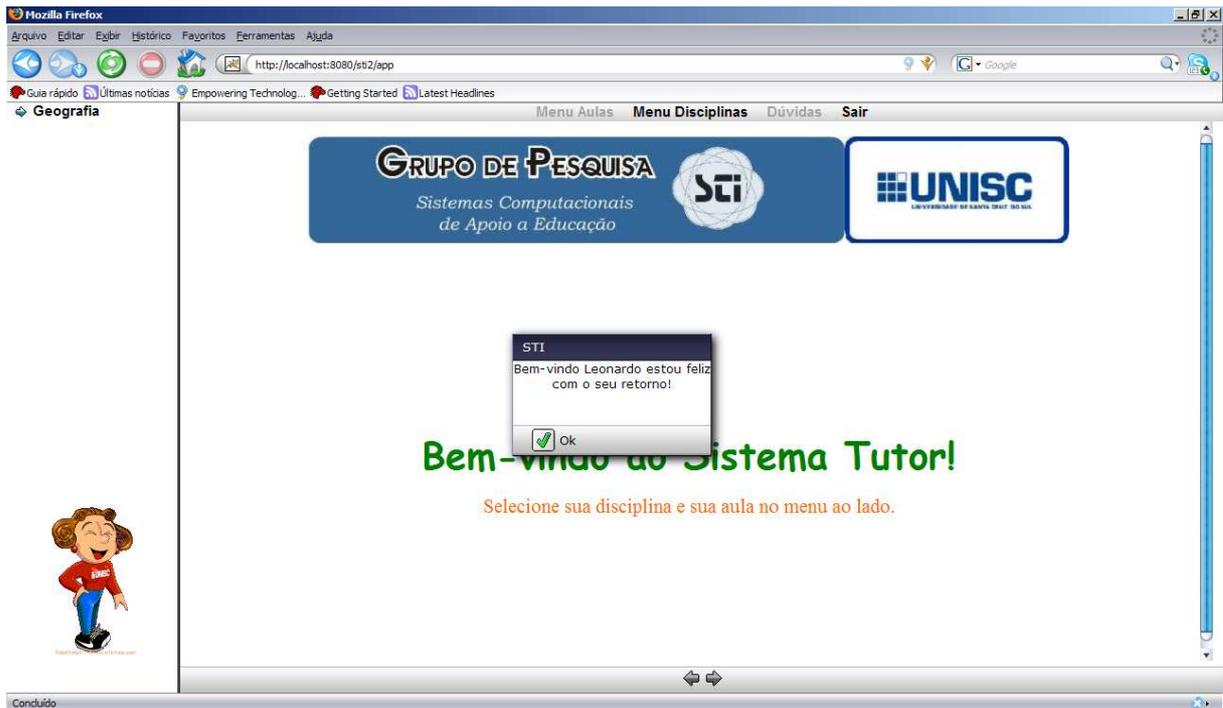


Figura 23 - Tela de boas-vindas do STI

Por exemplo, um usuário está demorando um tempo bastante alto para interagir com o ambiente, isso será captado pelo ambiente e este realizará as mudanças necessárias no ambiente. Neste caso, o ambiente irá realizar uma pergunta através da AAI Dóris juntamente com a mudança da expressão facial desta. Desta maneira realimentando o usuário com uma expressão facial representando a emoção triste.

5.2 Produção das animações

As emoções definidas para este projeto foram: alegria, tristeza, surpresa e normal. Para tomar essa decisão foram analisadas as regras de produção existentes no STI. Para cada emoção foi associada uma representação gráfica para a AAI Dóris, que pode ser observada na tabela 4. Este foi o início para a criação das animações da AAI Dóris.

Tabela 4 - Emoções representadas pela AAI Dóris

Fonte: Frozza

Emoções	Representação Gráfica
Normal	
Alegria	
Tristeza	
Surpresa	

Para que a AAI Dóris demonstrasse estas emoções de maneira animada foi preciso criar as animações. Existem várias técnicas de animações, optou-se pela técnica de transformação de imagens chamada de *Morph*, por causa, da existência de vários programas disponíveis. Esta técnica de transformação de imagens consiste em pegar uma imagem inicial e uma imagem final e aplicar cálculos matemáticos até que se realize a transformação das imagens resultando em uma animação. Como podemos ver na figura 24, temos a tela do programa FotoMorph utilizado neste trabalho, onde podemos definir a *Start Image* (Imagem Inicial) e *End Image* (Imagem Final) e na mesma tela temos o resultado que podemos salvá-lo em diversas extensões. Foi utilizado o formato de arquivo *.gif* animados por gerar arquivos pequenos, lembrando que essas animações deverão funcionar na internet.

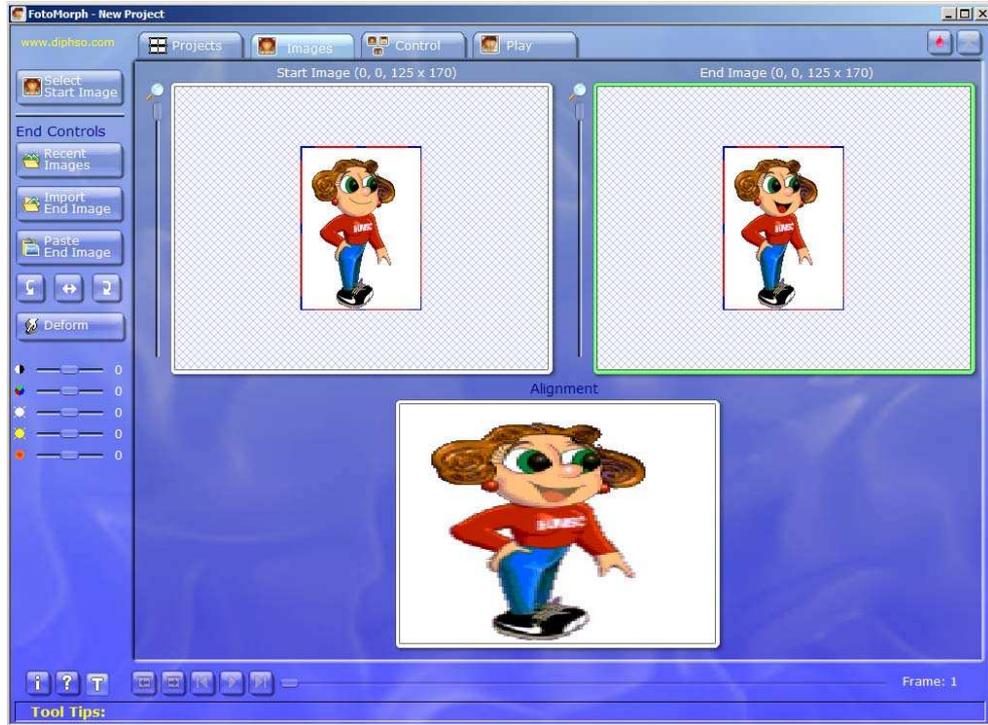


Figura 24 - Tela do programa FotoMorph

Foram geradas doze animações para a representação das expressões faciais, chegamos a este número de animações pela combinação entre as emoções definidas para o projeto. Na tabela 5 podemos ver as combinações entre as emoções.

Tabela 5 – Relação das emoções iniciais e finais de cada animação

Emoção Inicial	Emoção Final
Normal	Alegria
Normal	Tristeza
Normal	Surpresa
Alegria	Normal
Alegria	Tristeza
Alegria	Surpresa
Tristeza	Normal
Tristeza	Alegria
Tristeza	Surpresa
Surpresa	Normal
Surpresa	Tristeza
Surpresa	Alegria

No próximo tópico iremos fazer uma relação dos eventos que disparam as expressões faciais e porque foi definida esta expressão para aquele momento.

5.3 Tabela das regras de produção

Para que as animações sejam apresentadas com coerência foi preciso analisar as regras de produção existentes. Lógico que quando um aluno estiver com dificuldade o AAI não irá fornecer uma retroalimentação com uma expressão facial de alegria. Assim, foi tomado cuidado para que as expressões sejam coerentes para cada situação.

A animação gráfica será disparada junto com a regra de produção que estão definidas no ambiente STI, conforme a interatividade do usuário no ambiente será disparada uma regra correspondente. Conforme foi explicado estas regras são regras simples do tipo condição – ação que são disparadas quando um evento é modificado no ambiente onde estão inseridas. As regras de produção definidas para o agente mostrar expressões faciais serão responsáveis por qual e quando a expressão facial será mostrada. Assim, tornando o ambiente STI mais “amigável” para o usuário.

As emoções e as mensagens serão disparadas através das regras de produção definidas, para cada regra foi inserido uma representação gráfica para expressar a emoção do AAI ao usuário. A tabela 6 mostra a emoção relacionada com a representação gráfica e a justificativa da utilização da referida expressão na regra de produção.

Tabela 6 - Tabela com a emoção, representação gráfica, justificativa e o evento

Eventos	Emoção	Representação Gráfica	Justificativa
Entrar no sistema	Alegre		O AAI retorna um saudação (escrita) seguida da expressão de alegria, como uma forma de retribuir o interesse do usuário.
Entrar no sistema pela primeira vez			O AAI fica alegre por mais um usuário interessado no STI e o sistema mostra o teste de Ross.
Ir direto aos exercícios	Surpreso		O AAI fica surpreso com a atitude do usuário de ignorar algumas fases do processo.
Aluno não cadastrado em nenhuma disciplina			O AAI verifica o seu cadastro na disciplina informando seu cadastro.
Aula sem exercício cadastrado			O AAI mostra uma mensagem informando que não existe exercício na respectiva aula
Aluno permanece muito tempo na mesma página	Triste		O AAI exibe uma pergunta sobre a dificuldade do usuário com o conteúdo apresentado.
Com relação ao conteúdo			O AAI realiza uma pergunta sobre o nível de conhecimento que o usuário tem sobre o referido assunto da aula.
	Normal		

Com estas animações pretendemos melhorar o processo de ensino-aprendizagem por sistemas baseados em computadores e também trabalhar a afetividade nesses ambientes onde normalmente o usuário sente-se sozinho.

Na seção 5.4 serão apresentadas algumas telas do sistema para exemplificar as emoções que a AAI pode demonstrar e em que situação elas ocorrem. Podemos verificar que a AAI Dóris expressa emoções de: alegria, tristeza, surpresa e normal.

5.4 Demonstração das emoções no ambiente STI

Vamos demonstrar através de telas como ficou a representação das emoções no sistema. Quando o usuário acessa o STI é disparada uma regra de produção onde verifica se é a primeira vez que ele acessa o sistema. Caso afirmativo a AAI irá mostrar a emoção de alegria junto com uma mensagem explicando o porquê do teste e exibirá ao usuário o teste de *Ross*, figura 25, este teste tem como objetivo capturar o perfil do usuário, fazendo assim, que o STI mostre o conteúdo conforme a tática de ensino mais adequada ao usuário. Lembrando que esta tática de ensino pode ser: imagética ou verbal, pode ser visto com mais detalhes no capítulo anterior. O primeiro conteúdo será mostrado conforme o perfil do usuário, mas através das interações do usuário com o STI esta tática de ensino poderá mudar para se adequar ao novo perfil do usuário. Caso o usuário já tenha acessado o sistema anteriormente a AAI representará a emoção de alegria e uma mensagem de “bem-vindo” tentando imitar a entrada de um aluno em sala de aula, figura 26.



Figura 25 - Tela do teste de Ross demonstrando a emoção alegria

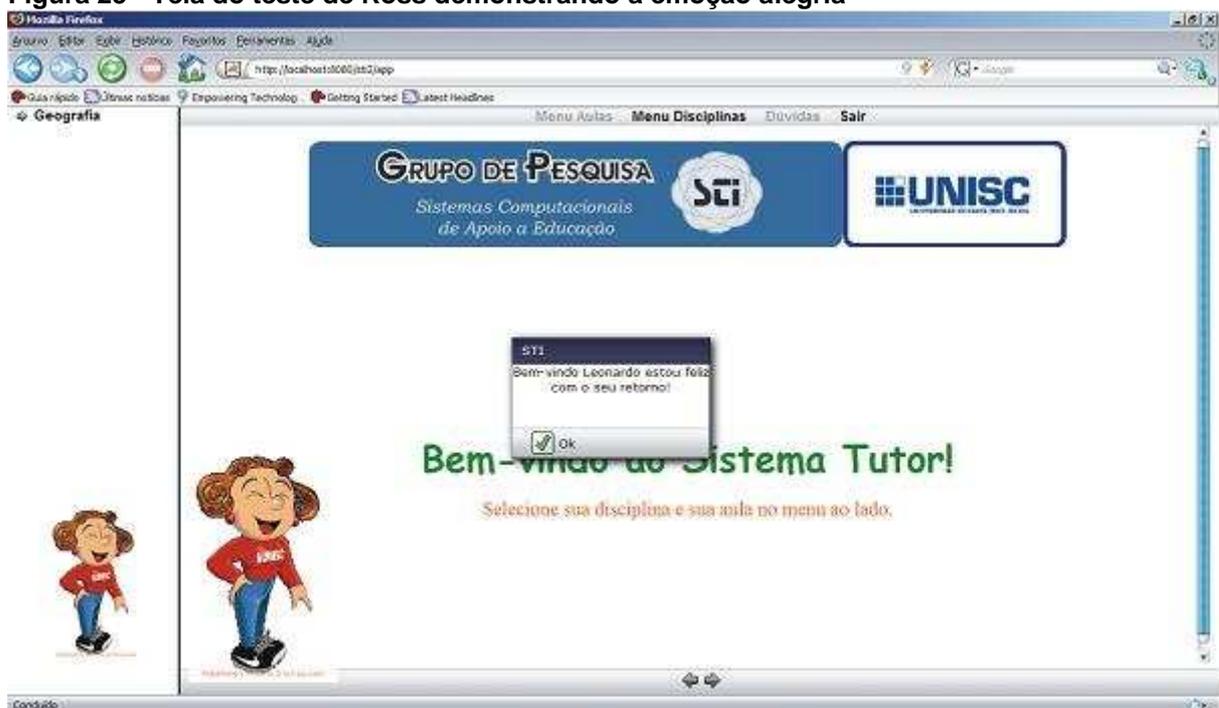


Figura 26 – Tela de “Bem-vindo” demonstrando a emoção alegria

Em relação ao conteúdo das aulas a AAI apresenta a emoção de “normal” porque o AAI realiza uma pergunta querendo saber se o usuário tem algum conhecimento sobre conteúdo ou se o conteúdo não é de interesse do usuário. Se o usuário responder que tem algum conhecimento sobre o conteúdo a AAI oferece ao usuário material complementar sobre o conteúdo da aula. Se o usuário se mostrar

desinteressado sobre o assunto a AAI inverte a tática de ensino juntamente com a mudança da emoção para a emoção “normal”, esta situação pode ser vista na figura 27.



Figura 27 – Demonstrando a emoção “normal”

Quando o sistema permanecer muito tempo sem interação do usuário com o ambiente, a AAI Dóris irá intervir através de uma pergunta: “Você esta com dificuldades na compreensão deste conteúdo?”, conforme a figura 28, e também sua emoção irá mudar para tristeza, essa regra é muito superficial porque existem vários outros fatores para que o usuário permaneça um tempo maior em uma determinada página do conteúdo da aula, por exemplo, o usuário foi tomar um copo d’água. Mas para esta regra definimos que não existem fatores externos. Se a resposta do usuário for “Sim”, a AAI irá fornecer material complementar ao usuário e sua expressão de emoção mudará para alegria.



Figura 28 – Demonstrando a emoção tristeza no ambiente

Na seção 5.5 vamos explicar como ocorre a mudança das expressões faciais apresentadas pela AAI Dóris.

5.5 Como acontece a transformação da expressão facial do AAI

Como as modificações na AAI Dóris ocorrem somente na expressão facial da mesma e são dinâmicas fica difícil representar de maneira estática. Mas vamos exemplificar uma das mudanças de expressão facial.

Quando o usuário acessa a página de *login* do STI a expressão facial a AAI apresenta a expressão facial “normal”, como podemos visualizar na figura 29.

Após o usuário preencher de forma correta seus dados na tela de [login](#) ele terá o acesso ao STI, neste momento a AAI irá mudar sua expressão facial que no momento é “normal” para a expressão facial “alegre”, demonstrando a alegria do usuário estar acessando pela primeira vez o sistema ou pelo seu retorno ao sistema, conforme a figura 30.



Figura 29 - AAI com a expressão facial “normal”



Figura 30 – AAI com expressão facial “alegre”

Mostraremos como o programa utilizado para realizar a transformação das expressões faciais trabalha. Como foi comentado na seção 5.2 o programa FotoMorph precisa de uma imagem inicial, no caso a imagem com a expressão facial “normal”, e, precisa de uma imagem final, que aqui foi representada pela expressão facial “alegria”. Para realizar esta transformação o programa gerou dez arquivos intermediários, que podem ser visualizadas na figura 31.



Figura 31 – Transformação: expressão facial "normal" para "alegre"

Como pode ser observado as mudanças são quadro a quadro cada transformação dura 1 segundo, este tempo foi definido porque menos tempo seria muito rápido para a percepção dos usuários e mais tempo se tornaria monótono.

Na seção 5.6 vamos explicar como foram realizadas as adaptações no STI para que a AAI Dóris possa expressar as emoções de maneira coerente.

5.6 Sistema computacional

Para não mudar o mecanismo de inferência que o sistema possui e que esta funcionando perfeitamente, algumas adaptações no STI foram realizadas, para isto, o trabalho foi separado em duas partes: geração das expressões faciais e a adaptação das classes Java para que a AAI seus novos comportamentos. A geração das expressões faciais foi descrita em maiores detalhes na seção 5.2.

As classes que sofreram modificações:

- AgenteTutor.java;
- Aplicacao.java;
- Caminhos.java;
- Constantes.java;

- MensagensAgenteTutor.java;
- PerguntasAgenteTutor.java;
- LayoutAgentes.java
- ComunicacaoAgente.java;
- Mensagem.java.

A idéia foi inserir com a mensagem/pergunta realizada pela AAI Dóris a expressão facial correspondente a emoção. Para isto, foi preciso mudar a assinatura do método principal da classe ComunicacaoAgente.java acrescentando um argumento para identificar qual a expressão facial que será apresentada. Uma solução simples, mas funcional. Na figura 32, podemos ver o modelo da arquitetura do STI.

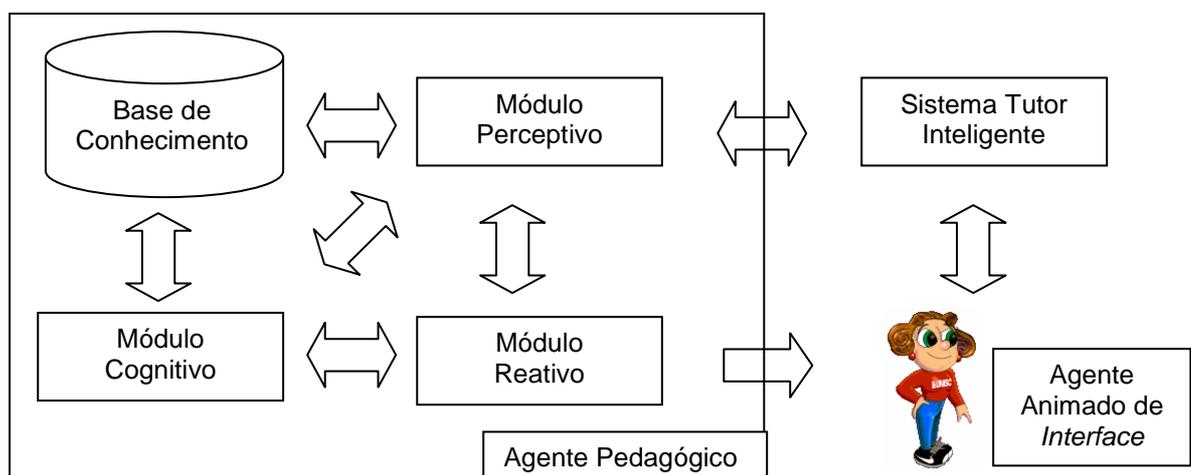


Figura 32 - Arquitetura do STI

Fonte: Adaptado Frozza

Na figura 33 podemos verificar o módulo reativo internamente, este módulo é que tem a função de realizar as modificações no ambiente e também de no AAI Dóris.

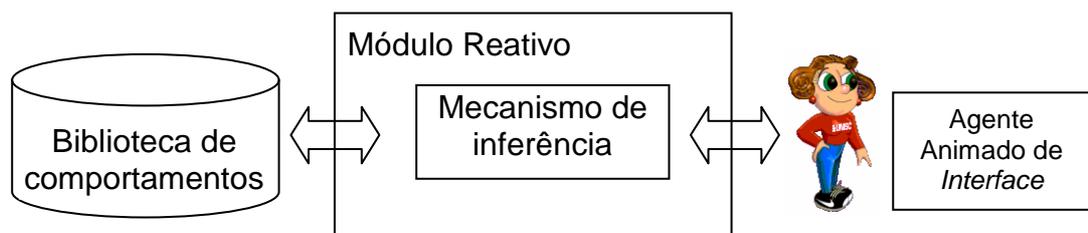


Figura 33 - Módulo Reativo

Na Biblioteca de Comportamentos estão os localizados os *gifs* animados para a apresentação das emoções, conforme a interação (ações) do usuário no ambiente STI. Isto ocorre devido das emoções apresentadas pela AAI estar ligada ao mecanismo de inferência que dispara uma regra de produção relacionada com as ações.

No capítulo seguinte falaremos sobre os métodos, os resultados e conclusões encontradas.

6 VALIDAÇÃO

Pretendemos com esta pesquisa exploratória identificar se a realimentação (*feedback*) não verbal influencia no processo ensino-aprendizagem. Para isto, levamos o STI para teste em sala de aula.

6.1 Metodologia

Nesta seção vamos descrever quem são os participantes da pesquisa, os materiais utilizados e a como a maneira como os dados foram coletados.

6.1.1 Participantes

Os participantes do estudo foram 45 alunos (60% alunas e 40% alunos) matriculados no curso de Técnico em Informática da Escola Estadual de Ensino Médio Professora Maria Rocha. As idades variam entre 14 à 54 anos.

6.1.2 Materiais

Foram usadas duas versões do STI, uma que há ausência das expressões faciais e uma versão que contém as expressões faciais. Assim, podendo avaliar o STI com a presença/ausência das expressões faciais. Na figura 34, podemos observar a ausência/presença de comunicação não verbal

Para a elaboração da pesquisa foram criadas aulas referentes aos conteúdos da disciplina de Montagem e Manutenção de Computadores, aulas sobre *hardware* de computadores, como: placa-mãe, processador, memória RAM (*Random Access*

Memory), HD (*Hard Disk*), fontes de alimentação. Aula esta que teve uma duração aproximada de 40 minutos. Após a leitura do conteúdo no STI os alunos receberam o questionário *on-line* com questões sobre a aula, como podemos ver no anexo B - Questionário com questões sobre as aulas do STI.

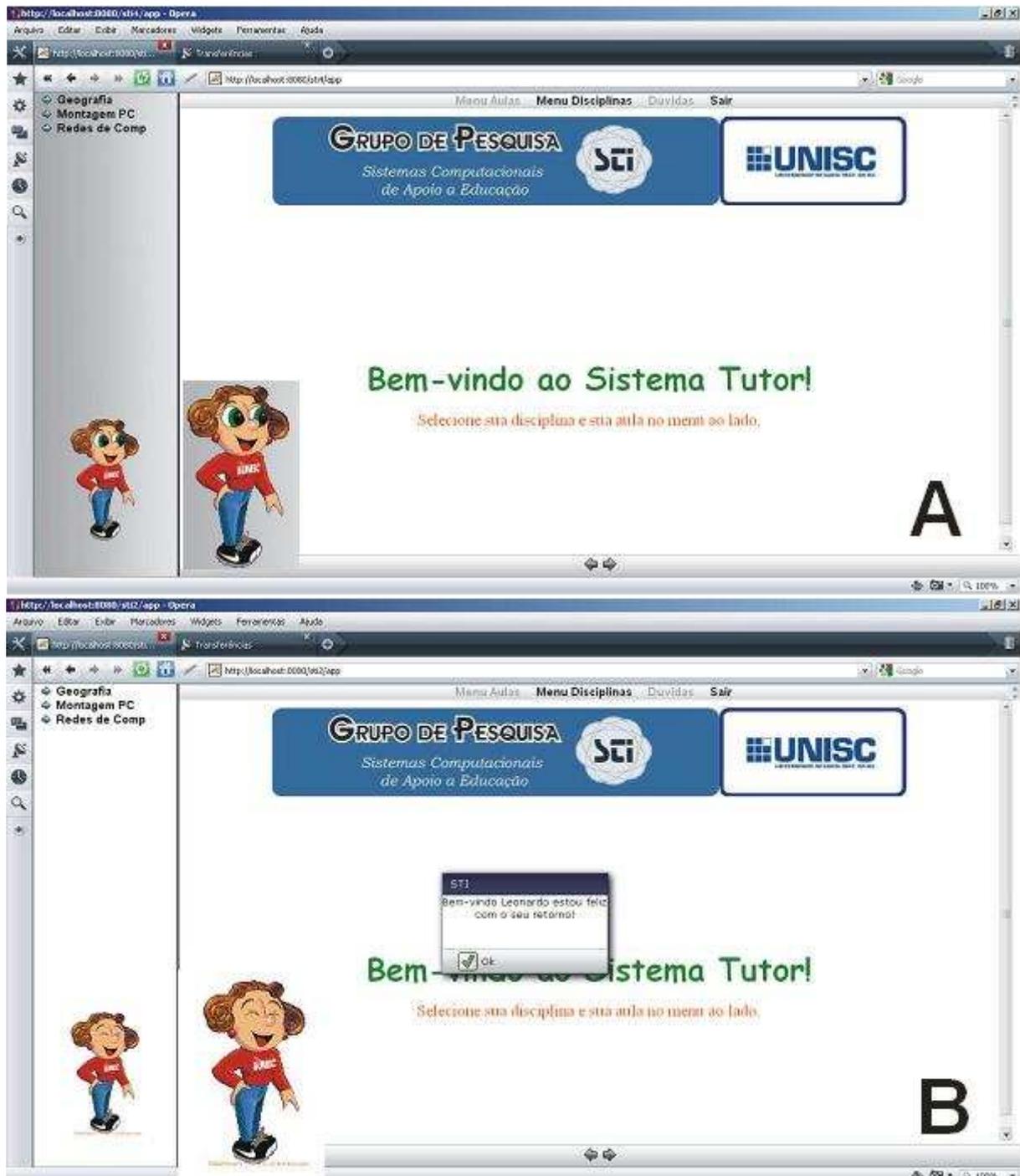


Figura 34 - STI ausência(A)/presença(B) de comunicação não verbal

As questões foram elaboradas de acordo com o conteúdo apresentado no STI. Algumas respostas estavam explícitas nos conteúdos e outras os alunos tinham que relacionar os conteúdos apresentados.

6.1.2.1. As aulas no STI

As aulas foram criadas respeitando as duas táticas de ensino que o STI considera: imagético e verbal. Os usuários acessam o Menu Disciplinas “Montagem PC”, figura 35, onde estão localizadas as páginas sobre as aulas, como: Processadores (CPU), *Hard Disk* (HD), Memória RAM, Placa-mãe e Fontes de alimentação, como podemos visualizar na figura 36. Para esta disciplina foram criadas 17 páginas relativas as aulas.



Figura 35 – Menu Disciplinas: Montagem PC

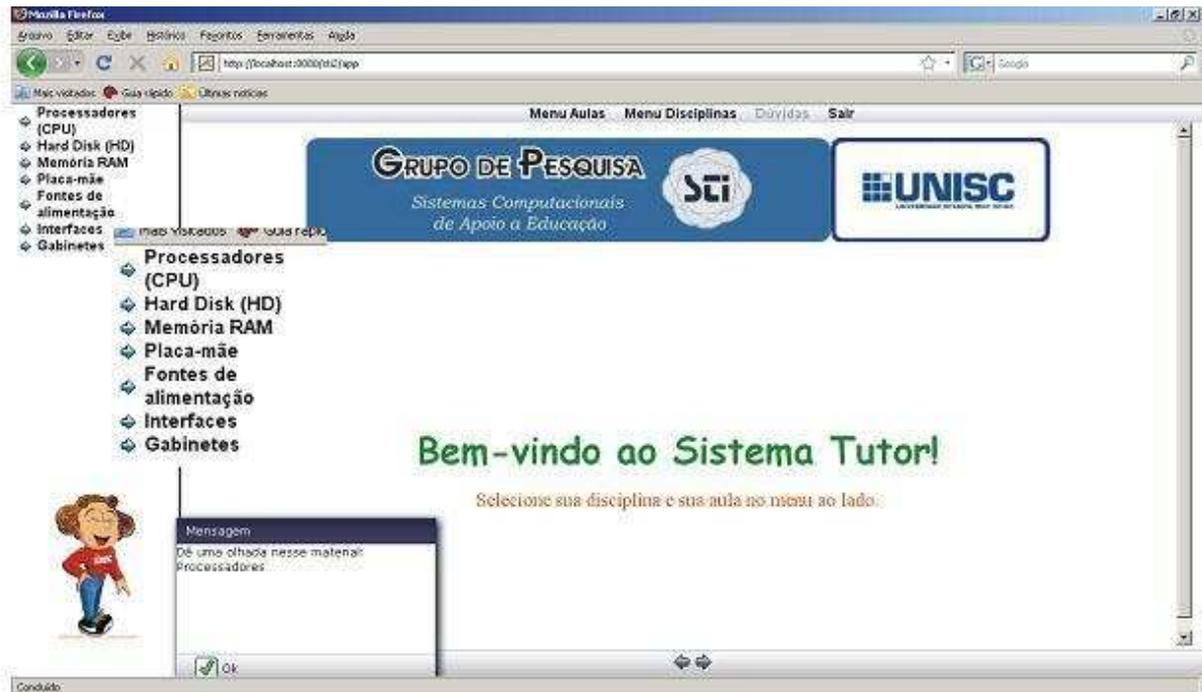


Figura 36 - Menu Aulas

Cada aula possui páginas sobre assuntos específicos iremos dar um exemplo com a aula sobre *Hard Disk* (HD). Nesta aula temos a página sobre definição de HD, figura 37, e na figura 38 temos a página que fala sobre os tipos de *interface* que podem ser encontradas nos HD.



Figura 37 - Definição de *hard disk* – Tática de ensino verbal



Figura 38 - Interfaces HD – Tática de ensino imagética

Assim, podemos ter ideia de como foram elaboradas as aulas no STI.

6.1.3 Coleta dos dados

Os dados foram coletados através de questionário aplicado após a leitura de todo o conteúdo da aula. O questionário contém nove questões fechadas, isto é, com respostas pré-definidas e uma questão aberta, ou seja, onde o aluno deve escrever sobre o assunto da pergunta. O STI com as animações foi utilizado por vinte e cinco alunos. Já o STI sem as animações foi utilizado por vinte alunos. Em porcentagem isto equivale a 56% e 44%, respectivamente. A coleta dos dados ocorreu entre os dias 22/06/2009 à 7/07/2009.

6.2 Análise dos dados

Para análise dos dados fez-se uso da estatística descritiva, a qual possibilitou explorar o conjunto de dados por meio de gráficos e freqüências de respostas.

Para verificar a significância das diferenças entre o número de acertos dos alunos nos diferentes ambientes, um com presença de comunicação não verbal e outro com ausência da comunicação não verbal, onde foi realizada a presente pesquisa, fez-se uso da estatística inferencial, a qual possibilita fazer generalizações sobre a população a partir de dados obtidos de uma amostra. Nesta parte, utilizou-se o teste de associação não paramétrico, chamado Chi-quadrado, optou-se por um teste não paramétrico tendo em vista que tem-se tamanho de amostras pequenos, o que compromete a normalidade dos dados.

6.2.1 Teste de Chi-quadrado (χ^2)

É um valor de dispersão para duas variáveis de escala nominal, avaliando a associação entre as variáveis. Sendo um teste não paramétrico, isto é, não depende da média e nem da variância, trabalhando com as proporções.

O teste de Chi-quadrado possibilita fazer comparações entre as frequências observadas (acertos no caso da presente pesquisa) com as frequências que esperaríamos obter para que não houvesse associação entre as variáveis.

No caso do presente trabalho, possibilita verificar a associação do número de acertos obtidos pelos estudantes com a presença de ambiente com influencia não verbal e sem influencia não verbal.

6.2.2 Teste Exato de Fisher

O teste exato de Fisher é uma técnica não-paramétrica. O teste determina se os dois grupos diferem na proporção com que eles estão presentes nas duas categorias (ausência/presença de animação), é uma variação do teste Chi-quadrado utilizado quando temos frequências observadas baixas (inferiores a 5), como ocorreu nas questões de número 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9 e 10, procedeu-se o teste Exato de Fisher que é adequado para amostras menores atenuando o erro em função da baixa frequência.

6.3 Resultados

A seguir será apresentada a análise descritiva dos dados, evidenciando o nível de acerto obtido para o teste nos dois momentos da pesquisa: Testes realizados em ambientes com ausência de comunicação não verbal, em que chamamos aqui de "sem animação" e em ambientes utilizando comunicação não verbal, em que chamaremos no decorrer da análise de "com animação".

Na primeira questão, conforme mostrado na gráfico 2 pode-se observar que em ambiente com animação o percentual de acerto chegou a 88%, enquanto que no ambiente em que não se fez uso de animação, o percentual de acerto por parte dos alunos foi de 55%. Evidenciado a diferença de respostas obtidas nos dois ambientes.

Para identificar se o número de acertos obtidos nos dois ambientes é influenciado de forma significativa pela presença de comunicação não verbal, realizou-se o teste Exato de Fisher, em que se obteve um valor de $p = 0,019$, tomando como valor de referência uma significância de 0,05, verifica-se que o valor encontrado para p é inferior a significância admitida, logo, pode-se afirmar que a diferença entre os ambientes foi significativa para esta questão, ou seja, a maior ocorrência de acertos no ambiente "com animação" é influenciado pela presença de comunicação não verbal.

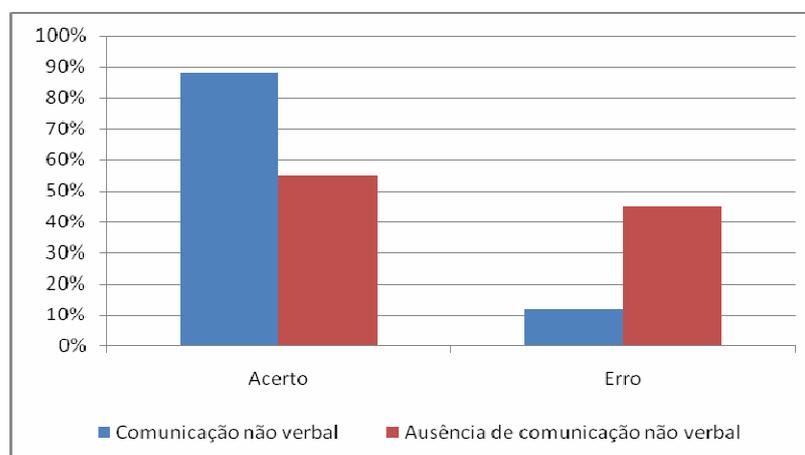


Gráfico 2 - Para que o Hard Disk (HD) transfira as informações que serão gravadas/lidas nele existe um conector que chamamos de *interface*. Portanto, quais são as *interfaces* que existem para HD?

O gráfico 3 apresenta os resultados obtidos para a questão de número 2, nota-se que enquanto o ambiente não era influenciado por comunicação não verbal, obteve-se 35% de acertos, enquanto que no ambiente em que foi utilizada animação (comunicação não verbal), obteve-se 68% de acertos.

Realizando o teste de Chi-Quadrado para verificar a associação a presença de comunicação verbal com o número de acertos, obteve-se um valor de $p = 0,027$, ao nível de significância de 0,05, conclui-se que a influencia da comunicação não verbal foi novamente significativa, gerando significativos aumentos no número de acertos.

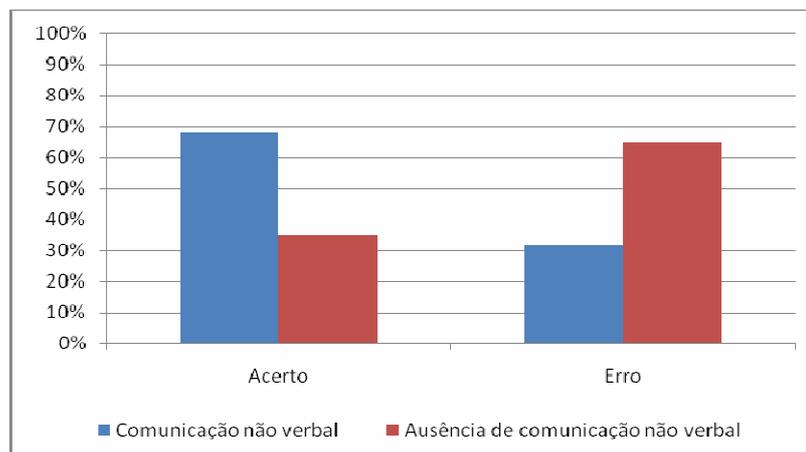


Gráfico 3 - Sabemos que existem vários tipos de memória RAM. Cada uma com suas características física e funcional. Quais os tipos de memórias RAM?

Para a terceira questão, a diferença entre os resultados não foi tão expressiva quanto nas anteriores, como pode-se notar por meio da gráfico 4, 28% dos estudantes pertencentes ao ambiente com presença de comunicação verbal acertaram a questão, com 15% dos estudantes que estavam no ambiente sem a presença de comunicação não verbal.

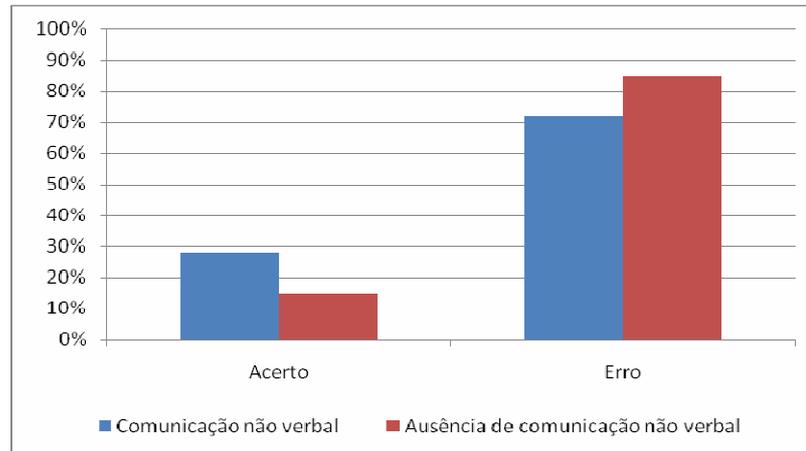


Gráfico 4 – Você comprou uma memória RAM do tipo DDR2-SDRAM, sua placa-mãe suporta dois tipos de memória RAM (DDR e DDR2-SDRAM). Mas você tem um módulo de memória DDR-SDRAM instalado em sua placa-mãe. Seu computador irá funcionar após a instalação do novo módulo?

Nesta questão obteve-se para o teste Exato de Fisher um valor de $p = 0,473$, considerando um nível de significância de 0,05, pode-se afirmar que a diferença entre os ambientes não foi significativa nesta questão ($p > \text{nível de significância}$), ou seja, a diferença entre o número de acertos nos dois ambientes não é suficientemente grande para ser atribuída a presença de comunicação não verbal., logo se deve ao acaso.

Conforme o gráfico 5 que representa a questão número quatro, podemos observar que não tivemos diferença entre o número de acertos dos alunos que utilizaram o ambiente sem comunicação não verbal e os que usaram o ambiente com comunicação não verbal. Onde a diferença percentual ficou em apenas 4%.

No teste Exato de Fisher para esta questão foi obtido um valor de $p = 1$, com um nível de significância de 0,05, com este valor de p não podemos afirmar que o há influência da comunicação não verbal nesta questão.

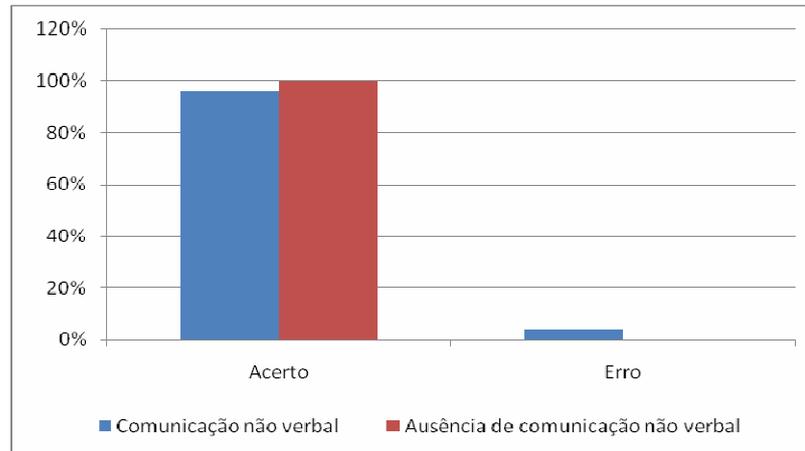


Gráfico 5 - São padrões de placa-mãe?

A questão cinco, representada pelo gráfico 6, mostra que os alunos que o índice de acerto tanto no ambiente sem animação como no ambiente com animação foi muito baixo. Este fato deve-se por esta questão ser uma questão aberta, isto é, do tipo em que os alunos deviam escrever a resposta.

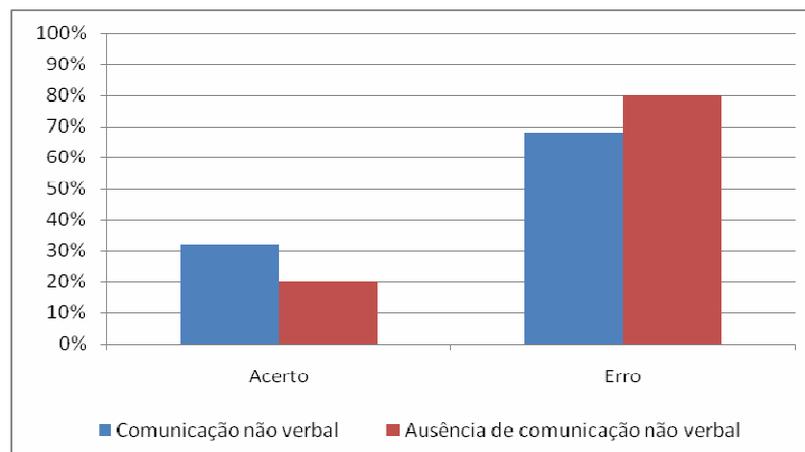


Gráfico 6 - Qual a característica que diferencia uma placa-mãe *on-board* de uma placa-mãe *off-board*?

Novamente foi aplicado o teste Exato de Fisher, no qual o valor de $p = 0,502$, ficou acima do valor de significância de 0,05. Portanto, nesta questão não podemos afirmar que o ambiente com animação foi melhor que o ambiente sem animação.

O desempenho da questão seis pode ser analisado no gráfico 7, podemos notar que o número de acertos tanto no ambiente com animação quanto no ambiente sem animação foram elevados.

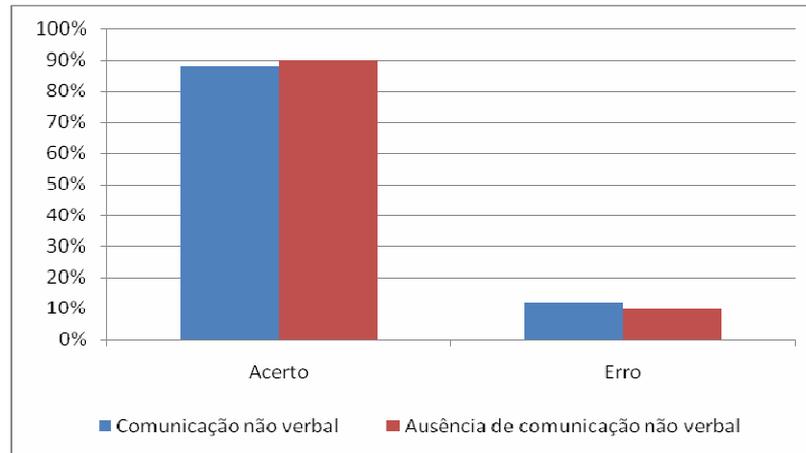


Gráfico 7 – Quais são os fabricantes mais importantes de processadores de uso geral?

Podemos notar através do resultado obtido no teste Exato de Fisher, onde o valor obtido de $p = 1$, que nesta questão não se pode afirmar que os resultados são influenciados pelos ambientes.

O gráfico 8, representa a questão sete, onde temos um índice de acerto de 100% no ambiente onde os alunos eram influenciados pela comunicação não verbal, contra 80% no ambiente onde os alunos não tinham esta influencia.

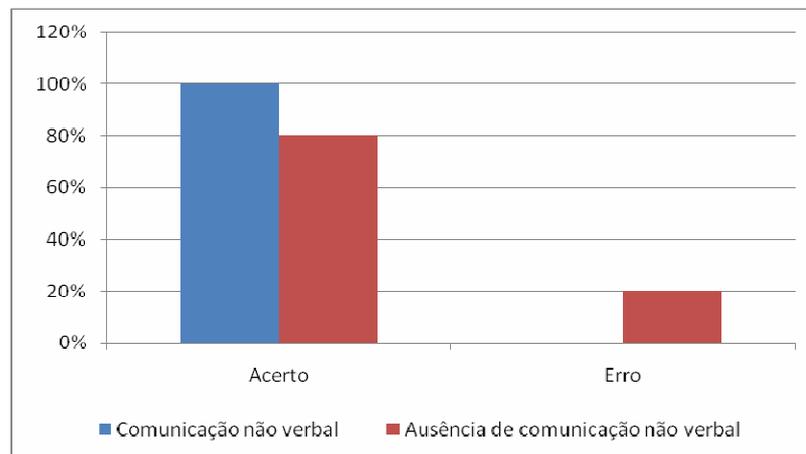


Gráfico 8 – *Chip* responsável pelo controle de uma série de itens da placa-mãe como: memória, barramentos entre outros, qual nome damos a este *chip*?

O valor de $p = 0,033$, obtido no teste Exato de Fisher, considerando um nível de significância de 0,05, podemos afirmar que o número de acertos foi levemente influenciado pelos ambientes.

Na questão oito, foi realizado o teste de Chi-Quadrado para verificar se o ambiente com animação influenciou no número de acertos, obteve-se um valor de $p = 0,316$, ao nível de significância de 0,05, conclui-se que o ambiente com animação não influenciou no número de acerto.

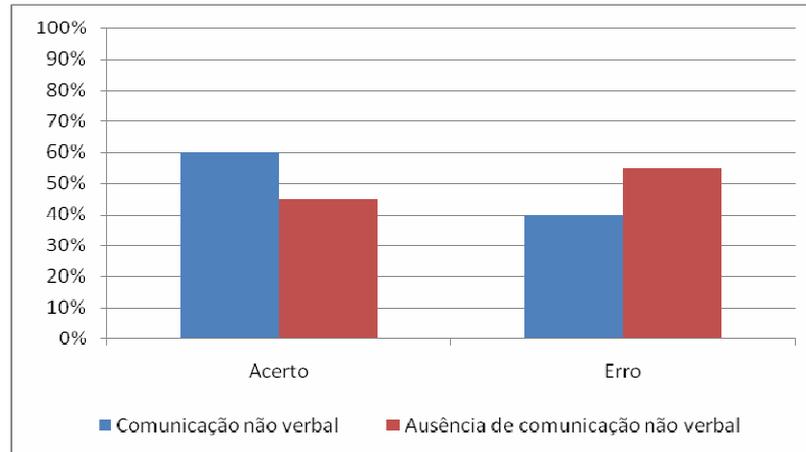


Gráfico 9 – Sabemos que para ligar um HD/CD-ROM na placa-mãe temos que utilizar um cabo chamado de cabo FLAT IDE, este podendo ser de 40 ou 80 vias. Quantos dispositivos com interface IDE podemos conectar em uma placa-mãe?

Para a nona questão, a diferença entre os resultados não foi expressiva, como mostra o gráfico 10. O teste Exato de Fisher em que se obteve um valor de $p = 0,495$, tomando como valor de referência uma significância de 0,05, observa-se que o valor encontrado para p é maior que o valor de significância admitida, logo, pode-se afirmar que nesta questão a diferença entre os ambientes não foi significativa.

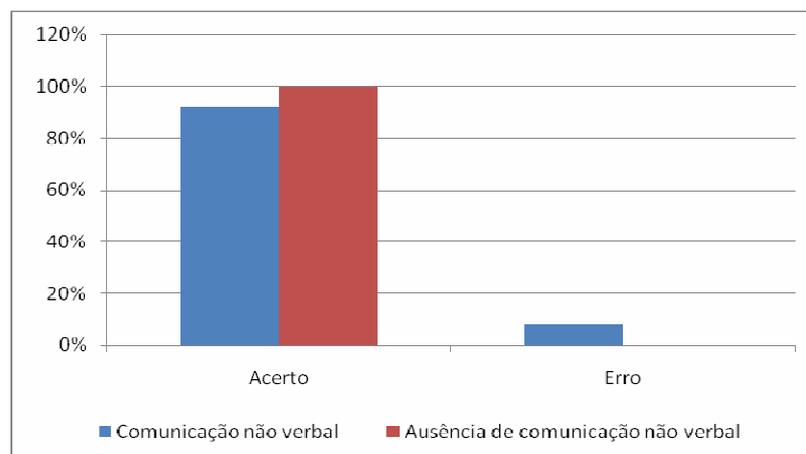


Gráfico 10 - Um computador é composto por vários componentes, entre eles temos um que fornece energia para todos os componentes, chamada de fonte de alimentação. Quais os tipos de fontes de alimentação existentes?

Na questão dez, pode-se observar que 85% dos acertos foram realizados por alunos que utilizaram o ambiente com ausência de comunicação não verbal. Enquanto os alunos que utilizaram o ambiente com presença de comunicação não verbal obtiveram 60% de acertos. No teste Exato de Fisher, com $p = 0,037$, com nível de significância de 0,05, nota-se que a diferença entre os ambientes influenciam no nível de acertos, mas neste caso foi favorável ao ambiente com ausência de comunicação não verbal.

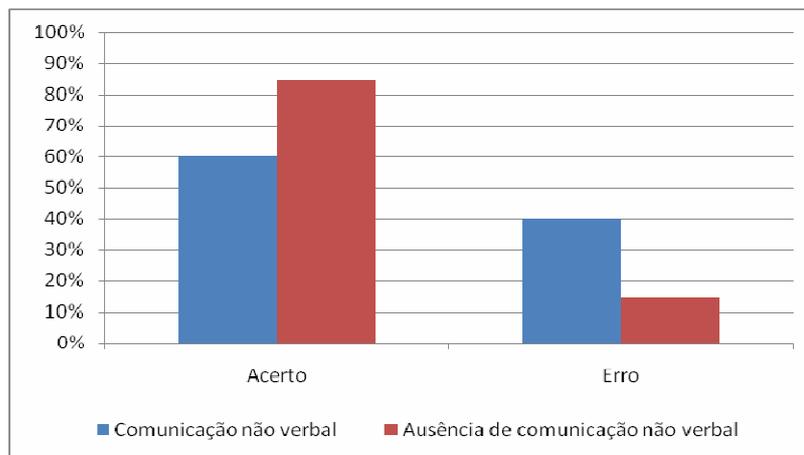


Gráfico 11 - Quando compramos um computador pedimos pela velocidade do processador, por exemplo, 2 GHz. Nós sabemos que o processador tem duas velocidades. Qual é a velocidade referida acima?

A diminuição no número de acertos na questão 10 no ambiente com comunicação não verbal pode ter sido influenciada pelo fato que os alunos tenham recebido uma página relativa à questão no perfil imagético, onde, esta página não estava explicando o conteúdo de forma clara pois havia uma figura que não era muito explicativa em relação ao conteúdo. No ambiente com ausência de comunicação não verbal pode ter acontecido ao contrário, a maioria dos alunos podem ter recebidos o mesmo conteúdo no perfil verbal, onde, é possível encontrar uma explicação mais clara do conteúdo relativo à questão.

A tabela 7 apresenta um resumo quanto a significância da associação entre o número de acertos e a presença de comunicação não verbal. Pode-se notar que em quatro das dez questões houve associação. Sendo que na questão 1, 2 e 7 o ambiente com presença de comunicação não verbal melhorou o número de acertos

dos candidatos, enquanto que apenas para a questão 10 diminui o número de acertos.

Tabela 7 – Resumo quanto a significância da associação entre o número de acertos e a presença de comunicação não verbal

Questão	p – valor*
1 - Para que o <i>Hard Disk</i> (HD) transfira as informações que serão gravadas/lidas nele existe um conector que chamamos de <i>interface</i> . Portanto, quais são as <i>interfaces</i> que existem para HD?	0,019
2 - Sabemos que existem vários tipos de memória RAM. Cada uma com suas características física e funcional. Quais os tipos de memórias RAM?	0,027
3 - Você comprou uma memória RAM do tipo DDR2-SDRAM, sua placa-mãe suporta dois tipos de memória RAM (DDR e DDR2-SDRAM). Mas você tem um módulo de memória DDR-SDRAM instalado em sua placa-mãe. Seu computador irá funcionar após a instalação do novo módulo?	0,473
4 - São padrões de placa-mãe?	1
5 - Qual a característica que diferencia uma placa-mãe <i>on-board</i> de uma placa-mãe <i>off-board</i> ?	0,502
6 - Quais são os fabricantes mais importantes de processadores de uso geral?	1
7 - <i>Chip</i> responsável pelo controle de uma série de itens da placa-mãe como: memória, barramentos entre outros, qual nome damos a este <i>chip</i> ?	0,033
8 - Sabemos que para ligar um HD/CD-ROM na placa-mãe temos que utilizar um cabo chamado de cabo <i>FLAT IDE</i> , este podendo ser de 40 ou 80 vias. Quantos dispositivos com interface IDE podemos conectar em uma placa-mãe?	0,316
9 - Um computador é composto por vários componentes, entre eles temos um que fornece energia para todos os componentes, chamada de fonte de alimentação. Quais os tipos de fontes de alimentação existentes?	0,495
10 - Quando compramos um computador pedimos pela velocidade do processador, por exemplo, 2 GHz. Nós sabemos que o processador tem duas velocidades. Qual é a velocidade referida acima?	0,037

*para valores de p inferiores a 5% considerar a associação significativa ($p < 0,05$)

Por fim, calculou-se a média e desvio padrão do número de acertos dos alunos na etapa em que utilizou-se comunicação não verbal, como também para a etapa em que não foi feito uso comunicação não verbal. Pode-se verificar o resultados na tabela 8.

Tabela 8 – Média aritmética e desvio padrão dos ambientes

	Média	Desvio padrão
Comunicação não verbal	7,08	0,95
Ausência de comunicação não verbal	6,25	0,79

Verifica-se que em média o ambiente em que utilizou-se a comunicação não-verbal obteve-se média superior, quanto a variabilidade do número de acertos, nota-se que o ambiente com comunicação não verbal também apresentou desvios em torno do valor central superiores comparados ao outro ambiente.

Não foi possível proceder um teste de comparação de médias para verificar se a diferença é significativa pelo fato de termos amostras pequenas, o que compromete a normalidade dos dados e conseqüentemente o resultado do teste.

Tendo em vista superioridade da média de acertos, como também o aumento significativo do número de acertos em três das questões, contra apenas uma questão em que os acertos diminuíram, pode-se dizer que a presença de comunicação não verbal contribuiu para o melhor desempenho dos alunos.

CONCLUSÃO

Com a evolução tecnológica surgiram outras maneiras de disseminação do conhecimento, uma delas foram os ambientes virtuais de aprendizagem. Onde o aluno pode assistir aula em qualquer lugar a qualquer momento.

Para esta pesquisa foram incluídas ortografia algumas expressões faciais (alegria, tristeza, surpresa e normal), representando comunicação não verbal, para a agente de *interface* Dóris, pretendemos com isto, verificar o desempenho dos alunos em ambientes com presença/ausência de comunicação não verbal.

Os alunos que utilizaram o ambiente virtual de aprendizagem com presença de comunicação não verbal apresentaram uma pequena vantagem em relação aos alunos que utilizaram o ambiente com ausência deste tipo de comunicação. Mas, não podemos afirmar veemente que esta vantagem foi exclusivamente pelo motivo da inclusão de algumas expressões faciais, isto, porque a diferença entre a média de acertos entre os ambiente foi relativamente pequena. Mas os números comprovam que algumas questões foram influenciadas pela utilização deste tipo de comunicação.

Para um melhor rendimento nestes ambientes, a comunicação não verbal deve ser diversificada. Como, por exemplo, a “Dóris” poderia apontar para um conteúdo de maior importância, ou mesmo, dar uns pulos para chamar a atenção do aluno.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, J. R. ***Cognitive Psychology and Its Implications***. New York: Worth Publishers, 2000.

BEARD, Simon. ***Conceptual Picture of MetaFace***. Disponível em <<http://www.metaface.computing.edu.au/images/metafaceconceptl.html>>.

BERGER, Leoni. **Estudo do Emprego de Técnicas da Análise Transacional e da Programação Neurolingüística na Melhoria da Comunicação Pessoal e Organizacional**. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta99/berger/>>. Acessado em abril 2008.

BAYLOR, Amy L. ***Designing nonverbal communication for pedagogical agents: When less is more***. 2008. Elsevier. Disponível em (http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6VDC-4V2PSRS-1&_user=687358&_coverDate=03%2F31%2F2009&_rdoc=1&_fmt=full&_orig=search&_cdi=5979&_sort=d&_docanchor=&view=c&_acct=C000037899&_version=1&_urlVersion=0&_userid=687358&md5=2b76634eb629c14eca417b52bcb886fd#secx9) em abril de 2009.

BITTENCOURT, Guilherme. **Inteligência artificial distribuída**. Disponível em (www.das.ufsc.br/gia/iaft-apoio/tra-iad.ps)

CARVALHO, Antonio Vieira de. **Manual de gerência de treinamento**. São Paulo: Management Center do Brasil, 1985.

CONVERSIVE, Inc. **Verbot**. 2004. Disponível em (<http://www.verbots.com>) em janeiro de 2006.

COSTA, A. ; CLUA, E. W. G. . **Animação Facial usando XNA**. In: *Brazilian Symposia on Games and Digital Entertainment, 2007, Porto Alegre. Proceedings of the Brazilian Symposia on Games and Digital Entertainment*. Porto Alegre : Sociedade Brasileira da Computação, 2007.

DUARTE, Carlos Muniz Bandeira. ***XML – Extensible Markup Language***. Disponível em (http://www.gta.ufrj.br/grad/00_1/miguel/)

DuBrin, A . J. ***Fundamental of Organizational Behavior***. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2003.

EKMAN, Paul. ***Approaches to emotion***. Berkeley: Erlbaum, 1984.

FERNANDES Anita Maria da Rocha, Benjamin Grando Moreira, Fernando Mendes de Azevedo. **Um portal de ensino web 2.0 na área da saúde**. Disponível em <<http://www.sbis.org.br/cbis/arquivos/801.pdf>>.

FROZZA, Rejane; et al. **Dóris um Agente de Acompanhamento Pedagógico em Sistemas Tutores Inteligentes**. Disponível em: <<http://www.inf.ufes.br/~sbie2001/figuras/artigos/a041/a041.htm>>

GIRAFFA, Lucia M. M.; VICCARI, Rosa M. **Estratégias de ensino em sistemas tutores inteligentes modelados através de agentes**. In: SBIE 1998 - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 1998, Fortaleza, Ceará. Anais.1998.

GIRAFFA, L. M. M. **Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais**. 1999. Tese (Doutorado em Ciências da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre. 1999.

HAYES-ROTH, B.; Brownston, L.; Sincoff, E. (1995). ***Directed Improvisation by Computer Characters***. Stanford. Technical Report (KSL-95-04) – Stanford University. Disponível em <http://citeseer.ist.psu.edu/cache/papers/cs/1490/ftp:zSzzSzwww-ksl.stanford.eduzSzpubzSzKSL_ReportszSzKSL-95-04.pdf/hayes-roth95directed.pdf>

JOHNSON, Erin Shaw, AND Rajaram Ganeshan. ***Pedagogical Agents on the Web***, 1998. Disponível em <<http://www.isi.edu/isd/ADE/papers/its98/ITS98-WW.htm>>

LESTER, J. Converse, S. Kahler, S. Barlow, T. Stone, B. and Bhogal, R. (1997). ***The Persona Effect: Affective Impact of Animated Pedagogical Agents***. Mar. 1997.

P. Maes. ***“Agents that Reduce Work and Information Overload”***. Communications of the ACM, vol. 37, no. 7, pp.31-40, July, 1994.

MORAES, Márcia Cristina. **Agentes Animados de Interface**, 2005.

MORAES, Márcia Cristina. **Crerios para Avaliaçãõ de Agentes Pedagõgicos Animados: Uma Proposta de Mètodo**, 2007.

MOTOLA, Ronaldo ; JAQUES, Patrícia Augustin. **Uma Arquitetura Independente de Domínio e Plataforma para Apresentação de Comportamentos em Agentes Pedagõgicos Animados**. In: IX Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educaçãõ, 2007, Porto Alegre. IX Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educaçãõ (CD). Porto Alegre : UFRGS, 2007.

MSAGENT (2006). Microsoft agent. Disponível em (<<http://www.microsoft.com/msagent>>). Janeiro de 2007.

NEVES, Luciano Terra. **Aplicação dos conceitos de educação a distância ao treinamento. Um estudo de caso em uma rede de farmácias**, 2002. Disponível em (<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/5471.pdf>)

RECTOR, M.; TRINTA, A. **A comunicação não verbal: a gestualidade brasileira**. Petrópolis, Vozes, 1985.

REIS, L.P., **Coordenação em sistemas multiagente: aplicações na gestão universitária e futebol robótico**, Tese de Doutorado, Universidade do Porto, 2003.

REZENDE, Solange Oliveira (Org.). **Sistemas Inteligentes: Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Editora Manole, 2003.

RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2004.

SHNEIDER, Bruno de Oliveira. **Expressão de Emoção na Movimentação de Humanos Virtuais**. 2005.

STERNBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

TORREÃO, Paula Barbosa Coelho. **Project Management Knowledge Learning Environment: Ambiente Inteligente de Aprendizado para Educação em Gerenciamento de Projetos**. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências da Computação do Centro de Informática) - Universidade Federal de Pernambuco, 2005.

WALLACE, Richard S. **The Anatomy of A.L.I.C.E.** Disponível em <<http://www.alicebot.org/anatomy.html>>.

WILKES, Rodrigo S. **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/rodrigo.wilkens_2006.pdf>

ANEXO A – Regras de produção para a geração das emoções

1. Quando o usuário entrar no STI

Esta regra tem por finalidade recepcionar o usuário (aluno) no STI. Mostrado a ele a expressão de alegria para que o usuário fique mais confiante no ambiente STI.

SE aluno entrar no sistema
ENTÃO Expressão alegria
E realizar uma saudação ("Parabéns " + aluno.getNomeAluno() + " estou feliz com o seu retorno!")

2. Quando o usuário sair do STI

Esta regra tem por finalidade despedir-se o usuário (aluno) no STI. Mostrado a ele a expressão de alegria para que o usuário fique mais confiante no ambiente STI.

SE aluno entrar no sistema
ENTÃO Expressão alegria
E realizar uma saudação ("Parabéns estou feliz com o seu aproveitamento!")

3. Tempo de permanência no STI

As regras abaixo trabalharam no STI o tempo de permanência do usuário (aluno) no STI.

SE tempo de permanência baixo
ENTÃO Expressão tristeza

SE tempo de permanência alta
E sistema ocioso
ENTÃO Expressão

ANEXO B - Questionário com questões sobre as aulas do STI

1.- Marque somente uma resposta. Questões baseadas nas aulas do STI.

1. Para que o Hard Disk (HD) transfira as informações que serão gravadas/lidas nele existe um conector que chamamos de interface. Portanto, quais são as interfaces que existem para HD?

- SCSI, IDE e FLAT
- IDE, FLOPPY e SATA
- IDE, SATA e SCSI
- SATA, PATA e FLOPPY
- PATA, Serial SATA e Firewire

2. Sabemos que existem vários tipos de memória RAM. Cada uma com suas características física e funcional. Quais os tipos de memórias RAM?

- EDO-RAM
- SDR-SDAM, DDR-SDRAM e DDR2-SDRAM
- EDO-ROM, DDR2-SDRAM, DDR3-SDRAM e DIMM
- DIMM, SIMM e FLASH ROM
- EDO-RAM, SDR-SDRAM, DDR2-SDRAM, DDR-SDRAM E DDR3-SDRAM

3. Você comprou uma memória RAM do tipo DDR2-SDRAM, sua placa-mãe suporta dois tipos de memória RAM (DDR e DDR2-SDRAM). Mas você tem um módulo de memória DDR-SDRAM instalado em sua placa-mãe. Seu computador irá funcionar após a instalação do novo módulo?

- SIM.
- SIM, mas apresentará alguns congelamentos.
- SIM, mas precisarei fazer algumas configurações na CMOS-Setup.
- Não.

4. São padrões de placa-mãe?

- AT e ATX
- ATX
- ATX e XT
- AT
- Nenhuma das questões anteriores

6. Quais são os fabricantes mais importantes de processadores de uso geral?

- Intel, AMD e Via
- Pentium, AMD e Ciryx
- Pentium, Sempron
- Sempron, AMD e ATHLON
- Nenhuma das anteriores

7. Chip responsável pelo controle de uma série de itens da placa-mãe como: memória, barramentos entre outros, qual

nome damos a este chip?

- Memória ROM
- BIOS
- Chipset
- Mosfet
- Nenhuma das anteriores

8. Sabemos que para ligar um HD/CD-ROM na placa-mãe temos que utilizar um cabo chamado de cabo FLAT IDE, este podendo ser de 40 ou 80 vias. Quantos dispositivos com interface IDE podemos conectar em uma placa-mãe?

- Um
- Dois
- Três
- Quatro
- Oito

9. Um computador é composto por vários componentes, entre eles temos um que fornece energia para todos os componentes, chamada de fonte de alimentação. Quais os tipos de fontes de alimentação existentes?

- AT
- AT e XT
- ATX
- AT e ATX
- Nenhuma das anteriores

10. Quando compramos um computador pedimos pela velocidade do processador, por exemplo, 2 GHz. Nós sabemos que o processador tem duas velocidades. Qual é a velocidade referida acima?

- Clock interno
- Clock externo
- Velocidade externa
- velocidade FSB
- Nenhuma das anteriores