

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

JACKSON PIROLA GOULART

AGENTE ASSISTENTE NO SISTEMA DE APOIO AO ENSINO E
DIAGNÓSTICO ETIOLÓGICO DE LOMBALGIA

CRICIÚMA, DEZEMBRO DE 2007

JACKSON PIROLA GOULART

**AGENTE ASSISTENTE NO SISTEMA DE APOIO AO ENSINO E
DIAGNÓSTICO ETIOLÓGICO DE LOMBALGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção do Grau de Bacharel em Ciência da
Computação da Universidade do Extremo Sul
Catarinense.

Orientadora: Prof^a. MSc. Priscyla Waleska
Targino de Azevedo Simões
Especialista : Prof^o. MSc Robson Luiz

CRICIÚMA, DEZEMBRO DE 2007

JACKSON PIROLA GOULART

**Agente Assistente no Sistema de Apoio ao Ensino e Diagnóstico Etiológico de
Lombalgia**

Trabalho submetido ao corpo docente do Departamento de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense como um dos requisitos para obtenção do Grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Prof^a. MSc Ana Cláudia Barbosa Garcia
Coordenadora do Curso de Ciência da Computação

Banca Examinadora:

Prof^a. MSc. Priscyla Waleska Targino de Azevedo Simões (UNESC)
Orientadora

Prof. MSc Ana Claudia Barbosa Garcia (UNESC)

Esp. Fábio Bif Goulart (UFSC)

Dedico este trabalho a o Curso
Ciências da computação e as
amizades que dela surgiram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho de pesquisa.

A

Deus por te me dado forças nos momentos de desanimo.

Minha esposa Elaine pelo apoio dedicação e especialmente pela compreensão e incentivo dos momentos de ausências que o estudo exigiu.

Minha mãe Zulma e meu pai Jair pelos conselhos e sacrifícios que passaram por mim.

Meus irmãos Jairo e esposa Carla, Fabiana, Giovani e noiva Aline, Alisson e namorada Camila.

Aos meus familiares João e Nadir, Jandira (biga), Jandira (vó), Fábio e Daniela, Tiago, Gabriel meu afilhado, Lucas, Rafaela, tio João e Zuleide, Tio Dedé e Dete, tio Tena e tia Lena, Erveton, Vó Tereza em memória.

Meus amigos de faculdade Lílian, Samanta, Flaviana, Daniel, Samuel, Jonas, Dyane, Lucas, Adilson.

Meu amigo Beto em Memória a sua esposa Karina e filha Carol, Isac e Lorena, Luciano e Paula, Fabiani e Gêno, Leio e Maria, Misso e Têti .

A Junior diretor da empresa Copysistem pela flexibilidade de horários, e apoio sem o qual não seria possível a conclusão do curso.

A minha coordenadora Priscyla Waleska Targino de Azevedo Simões pelo acompanhamento e revisão da pesquisa, ao Especialista Robson Luiz, pelas criticas que propiciaram um maior aprofundamento nas questões polêmicas da pesquisa.

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.”

Chico Xavier

RESUMO

Com a evolução das tecnologias de informação e comunicação, novas facilidades têm sido incorporadas nos ambientes de aprendizagem, tornando-os mais flexíveis e dinâmicos. Desta forma, as constantes pesquisas sobre a atuação de agentes inteligentes assistentes no processo de aprendizagem vêm contribuindo muito para o aperfeiçoamento desta tecnologia. A possibilidade de o aluno poder aprender de acordo com sua necessidade, ritmo e objetivos de forma prazerosa, fez com que a utilização de agentes assistentes em *softwares* tenha sido alvo de interesse tanto na área da informática quanto na área médica. Nesse sentido, objetivo dessa pesquisa é integrar ao sistema SÉLO, um módulo de explicação e um agente assistente, para auxiliar o usuário no entendimento do diagnóstico de lombalgia e no preenchimento mais eficaz do prontuário eletrônico, respectivamente. Sua metodologia foi baseada nas seguintes etapas: levantamento bibliográfico, estudo e entendimento de agentes, modelagem, desenvolvimento e testes. Para tanto, esta pesquisa apresenta o resultado do desenvolvimento de um módulo de explicação e de um agente assistente integrados ao sistema SÉLO, desenvolvidos por meio das ferramentas TreeView, MSAgents e TTS3000.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Agentes Inteligentes, Agentes Assistentes, MS-Agent e SEP.

ABSTRACT

With the evolution of the information and communication technologies, new facilities have been incorporated in the learning environment, making them more flexible and dynamic. From this way, the constant researches about the intelligent agent assistants given action of the learning process have been contributing much to the improvement of this technology.

The possibility of the student being able to learn according to its necessity, rhythm and goals in a pleasuring way, made that the utilization of these agent assistants in softwares have become the target of interest as much in the informatics area as in the medical area.

In this way, the objective of this search is to integrate to the SELO system, an explanation module and an agent assistant to help the user in the understanding of a lumbago diagnosis and in the most efficient filling out of the electronic dossier, respectively.

Its methodology was based on the following stages: bibliographic survey, agent's study and understanding, modeling, developments and tests. Therefore, this research introduces the result of the growth process of an explanation module and of an agent assistant integrated to the SELO, unwrapped through the tools TreeView, MSAagents, and TTS3000.

Keywords: Agent Assistants, Intelligent Agents, Artificial Intelligence, MS-Agent and SEP.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Interação dos agentes com o ambiente por meio de sensores e atuadores	30
Figura 2. Taxonomia de agentes	34
Figura 3. Tipos de agentes autônomos.....	36
Figura 4. Diagrama esquemático de um agente reativo simples.....	38
Figura 5. Um agente reativo baseado em modelo.....	39
Figura 6. Um agente baseado em modelos e orientado para objetivos.....	40
Figura 7. Um agente baseado em modelo e orientado a utilidade	41
Figura 8. Um modelo geral de agentes com aprendizado.....	43
Figura 9. Recomendação de Conteúdo	49
Figura 10. Agente Pessoal do Tutor.....	51
Figura 11. Agente Pessoal do Aluno	51
Figura 12. Estrutura de funcionamento do agente no sistema	52
Figura 13. Agente Luciana.....	53
Figura 14. Estrutura dos agentes no EPIIS.	55
Figura 15. Arquitetura do sistema SEMedicOn.....	56
Figura 16. Interface Sistema Whöler	58
Figura 17. Base de conhecimento.....	62
Figura 18. Estrutura do SÉLO	63
Figura 19. Tela Inicial do SÉLO.....	64
Figura 20. Tela de dados do paciente	65
Figura 21. Tela referente aos hábitos de vida	65
Figura 22. Tela dos dados da amnese	66
Figura 23. Guia dados do exame físico.....	67

Figura 24. Guia dados do exame neurológico	67
Figura 25. Diagnóstico.....	68
Figura 26. Estrutura do SÉLO com Módulo de Explicação	69
Figura 27. Guia Módulo de Explicação	70
Figura 28. Guia Hábitos de vida	71
Figura 29. Árvore gerada no Módulo Explicação.....	72
Figura 30. Destaque da árvore gerada no Módulo de Explicação	72
Figura 31. Character Jack	75
Figura 32. Estrutura de atuação do agente assistente.....	76
Figura 33. Alerta.....	77
Figura 34. Regras.....	78
Figura 35. Interação SÉLO Agente.....	79
Figura 36. Código de Inicialização do Jack.....	80
Figura 37. Inicialização do Jack	80
Figura 38. Código de Boas Vindas	80
Figura 39. Saudação.....	81
Figura 40. Atuador Início da Dor.....	82
Figura 41. Atuador Quadro Algico	82
Figura 42. Regra 1.	82
Figura 43. Pseudocódigo Início da Dor	82
Figura 44. Pseudocódigo Quadro Algico.....	83
Figura 45. Pseudocódigo Tomada de Decisão.....	83
Figura 46. Sinal de Negação	84
Figura 47. Indagação.....	84
Figura 48. Interação com Módulo de Ajuda.....	85

Figura 49. Jack Dormindo	85
Figura 50. Agentes Microsoft	102
Figura 51. Instalação do componente <i>Microsoft Agent</i>	103
Figura 52. Seleção do componente <i>Microsoft Agent Control 2.0</i>	104
Figura 53. Componente <i>Microsoft Agent</i>	104
Figura 54. Código de Chamada do Agente.....	105
Figura 55. Mensagem do Agente Assistente	105
Figura 56. Seleção do TTS3000	106
Figura 57. <i>Download</i> do TTS3000.	107
Figura 58. Código de Referência ao Idioma.....	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Propriedades dos agentes	35
Tabela 2. Descrição e Estados dos Nós	62
Tabela 3. Ferramentas para modelagem Agente Assistente	74

LISTA DE SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
APA	Agente Pessoal do Aluno
APT	Agente Pessoal do Tutor
IA	Inteligência Artificial
IE	Informática na Educação
MOO	<i>MUD(Multi-User Dungeon) Object Oriented</i> (MUD orientado a objetos)
PBL	<i>Problem-Based Learning</i> (aprendizagem baseada em problemas)
RB	Redes Bayesianas
SE	Sistema Especialista
SÉLO	Sistema Especialista Probabilístico de Apoio ao Ensino do Diagnóstico Etiológico de Lombalgia
SEP	Sistema Especialista Probabilístico
STI	Sistema Tutor Inteligente
TTS	<i>Text-To-Speech</i> (texto para fala)
UCS	Universidade de Caxias do Sul
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UNESC	Universidade do Extremo Sul Catarinense
UNIVALI	Universidade do Vale do Itajaí
VB	Visual Basic
WIM	<i>Workshop</i> de Informática Médica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 OBJETIVO GERAL.....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.3 JUSTIFICATIVA	17
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	20
2.1 CONCEITO.....	21
2.2 ABORDAGENS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	23
2.2.1 Abordagem Simbólica	23
2.2.2 Abordagem Conexionista	24
2.2.3 Abordagem Evolucionária	24
2.3. SISTEMAS ESPECIALISTAS PROBABILÍSTICOS	25
2.3.1 Redes Bayesianas	26
3 AGENTES INTELIGENTES	29
3.1 DEFINIÇÃO DE AGENTES	29
3.1.1 Tarefas	31
3.1.2 Ambientes	33
3.2 TAXONOMIA DE AGENTES	33
3.3 ARQUITETURA DE AGENTES	36
3.3.1 Agentes Reativos Simples.....	37
3.3.2 Agentes Reativos Baseados em Modelos.....	38
3.3.3 Agentes Baseados em Objetivos.....	39
3.3.4 Agentes Baseados em Utilidades.....	41

3.3.5 Agentes com Aprendizagem.....	42
3.4 AGENTES PEDAGÓGICOS	44
3.5 INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO.....	46
4 TRABALHOS CORRELATOS	48
4.1 KURRUPAKO – UM AGENTE ANIMADO SÓCIO-AFETIVO PARA AMBIENTES DE APRENDIZAGEM.....	48
4.2 SISTEMA INTELIGENTE PARA ENSINO DE HISTOLOGIA BUCAL.....	50
4.3 SISTEMA TUTOR INTELIGENTE DE FISIOLOGIA VASCULAR.....	52
4.4 UM SISTEMA DE ENSINO INTELIGENTE PARA O DIAGNÓSTICO MÉDICO.....	53
4.5 SISTEMA EDUCACIONAL E MÉDICO <i>ON-LINE</i> - SEMedicOn.....	55
4.6 ASSISTENTE INTELIGENTE PARA SUPORTE AO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA.....	57
5 AGENTE ASSISTENTE NO SISTEMA DE APOIO AO ENSINO E DIAGNÓSTICO ETIOLÓGICO DE LOMBALGIA	59
5.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	60
5.2 ESTUDO DO SÉLO	61
5.3 MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DO MÓDULO DE EXPLICAÇÃO DO SÉLO.....	69
5.4 ESTUDO DE FERRAMENTAS PARA MODELAGEM DE AGENTES.....	73
5.5 MODELAGEM DO AGENTE ASSISTENTE	74
5.6 IMPLEMENTAÇÃO DO AGENTE ASSISTENTE JACK	79
5.7 REALIZAÇÃO DE TESTES	86
5.8 RESULTADOS OBTIDOS	86
CONCLUSÃO.....	88

REFERÊNCIAS.....	91
BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA	94
APÊNDICES	96
APÊNDICE A - APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	97
APÊNDICE B – TUTORIAL DE INSTALAÇÃO E UTILIZAÇÃO <i>MICROSOFT</i>	
<i>AGENT</i>.....	102
APÊNDICE C - TUTORIAL DE INSTALAÇÃO E UTILIZAÇÃO TTS3000.....	106

1 INTRODUÇÃO

A propagação de ambientes computacionais, o acesso a quantidades cada vez maiores de informações distribuídas pelas redes e a complexidade do mundo atual estão transformando rapidamente o modo de aprendizagem das pessoas. Neste contexto, a tecnologia de agentes inteligentes entra como uma estratégia promissora a ser aplicada aos desafios atuais dos ambientes educacionais modernos que estão cada vez mais influenciados por tecnologias como a inteligência artificial. Desta forma, os agentes assistentes se propõem a facilitar a interação do aluno com os sistemas voltados a aprendizagem tornando o aprendizado mais fácil e prazeroso.

A inteligência artificial proporciona cada vez mais mecanismos ensino-aprendizagem a serem aplicados na área de ensino, fornecendo novos paradigmas educacionais que podem auxiliar tanto alunos quanto professores na tarefa de ensino-aprendizagem. Um dos sistemas precursores da inteligência artificial são os Sistemas Especialistas (SE) que ainda são aplicados nos dias atuais em muitas pesquisas e trabalhos desenvolvidos na área de IA.

Segundo Goularte (2002) e Scussel (2001) o SÉLO é um Sistema Especialista Probabilístico de Apoio ao Ensino do Diagnóstico Etiológico de Lombalgia, que possui um módulo de ajuda já implementado além de possibilitar preencher ficha do exame, inserir dados, analisar dados, estabelecer diagnósticos e analisar resultados, tendo como objetivo explicar ao usuário por meio do recurso de hipertexto os conceitos de doenças lombares, sendo estes escritos sob a supervisão de um especialista em Lombalgia, professor do curso de Medicina da UNESC.

Considerando-se que esse sistema, além de oferecer um mecanismo de inferência bayesiana de diagnóstico, busca apoiar o processo de ensino-aprendizagem

de lombalgia, observa-se que o módulo de ajuda atual não apresenta recursos de interação com o usuário, além do sistema também não apresentar um módulo de explicação que auxilie no entendimento do diagnóstico, sendo esse último componente essencial no desenvolvimento de SE.

Nesse sentido, na evolução dos tipos dos sistemas inteligentes aplicados a educação, Rezende (2005) sugere entre vários tipos de agentes existentes a utilização de agentes assistentes no processo de construção do conhecimento em sistemas de apoio ao diagnóstico, de forma a desenvolver aplicações que interajam com o aluno conforme necessário, buscando auxiliar sua aquisição de conhecimento, objetivo pelo qual essa pesquisa é voltada.

Mudanças no conhecimento médico-científico passaram a determinar mudanças na educação de profissionais de saúde e com estas transformações vem sendo requeridos um diferente perfil de profissional com diferentes atributos, destacando-se entre eles, visão sistêmica, capacidade de comunicação e negociação, habilidades de gerenciar serviços, hábitos de auto-aprendizagem e um olhar mais bem preparado para lidar com a complexidade e a incerteza (MAMED et al, 2001).

Para atender esta demanda, no final dos anos 70 foi criada uma nova abordagem educacional, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), caracterizando-se como uma concepção construtivista, este método de ensino funciona por meio de grupos tutoriais, onde um facilitador orienta aos alunos que aprendem de forma contextualizada, determinam seus próprios objetivos de aprendizagem e adquirem um conhecimento com significado pessoal, pois cada aluno aprende de acordo com seu ritmo (MAMED et al, 2001).

Segundo Bound e Feletti (1991) o *Problem-Based Learning* (PBL) não é apenas um método, mas uma maneira de aprender. No entanto seu potencial como uma

abordagem educacional é intrinsecamente dependente do planejamento do currículo. Logo, o problema na utilização do método ABP está na elaboração de um currículo que satisfaça os princípios de aprendizagem, visto que este método se dá na construção do conhecimento por intermédio de estruturas cognitivas.

Além da inclusão de um agente assistente que interaja com o usuário facilitando o manuseio e a aprendizagem por meio do Sistema SÉLO, considerando a problemática apresentada, o objetivo deste trabalho é a inclusão de um módulo de explicação que auxilie no entendimento final do diagnóstico.

1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um agente assistente para facilitar a busca de conhecimentos no módulo de ajuda do Sistema Especialista Probabilístico de Apoio ao Ensino do Diagnóstico Etiológico de Lombalgia.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Esta pesquisa possui alguns objetivos específicos que são:

- a) compreender o processo de desenvolvimento de agentes inteligentes;
- b) entender o processo de concepção dos agentes assistentes;
- c) entender o sistema de diagnóstico de lombalgia SÉLO;
- d) compreender os conteúdos de lombalgia apresentados no módulo de ajuda do SÉLO;
- e) proporcionar um módulo de ajuda que interaja com o aluno no processo de busca de conhecimento sobre lombalgia no SÉLO;

- f) desenvolver um agente inteligente assistente para facilitar a aquisição do conhecimento de lombalgia na utilização do SÉLO;
- g) disponibilizar o mecanismo de explicação com base no Sistema Especialista SÉLO, para auxiliar no entendimento do diagnóstico.

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo Rezende (2005) agentes assistentes são personalidades virtuais agindo de acordo com um *script* definido (diretamente ou indiretamente) por um usuário, e oferecem um tipo de tratamento individualizado por meio de um sistema que pode raciocinar sobre o domínio do conhecimento e sobre o aluno.

Partindo desde conceito sobre agentes assistentes, passou-se a analisar a proposta de ensino do curso de medicina da UNESC, que utiliza o Aprendizado Baseado em Problema (ABP) e que apresenta uma metodologia de aprendizagem diferenciada em relação às demais metodologias, dentre as quais pode-se citar o Método da Descoberta estudado por Piaget (1976), o Método de Simulação também conhecido como Behaviorismo (SKINER, 2000), o Método da Aprendizagem Significativa segundo a teoria de David Ausubel (MOREIRA, 1982), entre outras metodologias clássicas.

O aprendizado baseado em problemas concentra seu método na sessão tutorial e no aluno, estimulando o acadêmico a aquisição de conhecimento, onde cada qual aprende no seu próprio ritmo. Para tanto, o ABP necessita de recursos informatizados diferenciados para melhor gerar e controlar o processo de avaliação e para facilitar e proporcionar confiabilidade aos alunos e credibilidade para

compatibilizar a responsabilidade institucional de certificar a qualificação de seus graduados.

Nesse sentido o propósito deste projeto é utilizar agentes assistentes no SÉLO, pois esse sistema atualmente realiza somente o diagnóstico de lombalgia, e, para o apoio ao ensino, apresenta apenas um *help* na forma de hipertexto. Dessa forma, será realizada a continuação a esse projeto de forma a modelar e contribuir como uma ferramenta de apoio ao método ABP.

Desta forma, optou-se por implementar um agente assistente porque o SÉLO dá suporte para ações sobre o domínio.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Neste tópico será apresentada uma síntese dos capítulos que compõem este trabalho.

O primeiro capítulo apresenta um aspecto geral do presente trabalho, relatando sua importância, o contexto onde o mesmo está inserido, seus objetivos, justificativas e sua estrutura em geral.

Os fundamentos da inteligência artificial, seus conceitos, objetivos e abordagens, estão descritos no segundo capítulo deste trabalho.

O tema de agente inteligente é abordado no terceiro capítulo deste trabalho, onde tem-se a descrição de suas classificações, taxonomias, arquiteturas e a importância da informática no processo de aprendizagem.

No quarto capítulo deste trabalho é apresentado alguns trabalhos correlatos desenvolvidos nos últimos anos, por acadêmicos e pesquisadores.

O quinto capítulo está voltado a apresentação das etapas do trabalho desenvolvido, suas características, modelagem, arquitetura e principais telas.

E por fim, as conclusões e indicações para trabalhos futuros, estão expostas no sexto capítulo deste trabalho.

Diante do exposto acima, a partir do próximo capítulo tem-se a fundamentação teórica necessária para a realização desta pesquisa iniciando-se com o estudo sobre agentes inteligentes.

2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A Inteligência Artificial (IA) é um tema que dispõe de múltiplas interpretações, por isso seu conceito é algo bastante complexo de se definir. Para abordar estes conceitos é necessário a visão de vários cientistas, desde o seu surgimento; para que se possa compreender e alcançar os objetivos de uma pesquisa nesta área.

A IA apesar de já ter meio século de existência e de estudos considera-se uma ciência recém nascida, comparando-a a muitas outras ciências¹ que são estudadas desde o surgimento da humanidade e que são precursoras nessa área de conhecimento.

De acordo com a história, desde os tempos do Olimpo², a inteligência vem sendo incutida na humanidade por meio dos deuses gregos e filósofos, que faziam com que os homens desenvolvessem uma mente racional. Isso ocasionou toda a evolução da civilização humana e por consequência a evolução da tecnologia. A IA, no que diz respeito a estes pensamentos filosóficos, foi aplicada em todas as áreas de seu legado, como a medicina, a psicologia, a biologia, a astronomia, a geologia entre outras áreas do empreendimento humano (LUGER, 2004).

Sendo o homem considerado pela ciência como o único animal racional, com a evolução da sua inteligência, achou-se necessário a criação da chamada inteligência artificial, ou seja, a criação de algo que pudesse substituir ou reproduzir o raciocínio da mente humana.

Desde meados da década de 40 passou-se a realizar inúmeros testes para provar que era possível fazer com que uma máquina fosse tão inteligente quanto o homem. Um dos testes mais conhecidos nesta área foi o teste de Turing, que media o

¹ Sociologia, filosofia, física, química (BITTENCOURT, 2001).

² Época dos deuses da mitologia grega na Grécia Antiga (entre 1600 à 1100a.C.) (LUGAR, 2004).

desempenho de uma máquina e de um ser humano. Esse teste consiste em três elementos, um interrogador, a máquina e uma pessoa, que ficam em salas separadas, onde o interrogador tem o papel de tentar identificar quem é a pessoa e quem é a máquina, apenas pelas suas respostas. Segundo Turing se o interrogador não conseguir distinguir a pessoa da máquina, supõe-se que a máquina seja inteligente (LUGER, 2004).

Apesar dos estudos e testes terem sido iniciados na década de 40, segundo Bittencourt (2001) a IA surgiu oficialmente no ano de 1956, no seminário de Dartmouth nos Estados Unidos, onde se firmou um acordo para estudar sobre o tópico Inteligência Artificial.

De acordo com os registros encontrados em livros, foi neste seminário que ocorreu a primeira menção oficial a expressão Inteligência Artificial, e a partir de então passou-se a tentar definir o conceito de IA.

2.1 CONCEITO

Definir IA é tão difícil quanto definir apenas inteligência, pois trata-se de algo muito relativo considerando-se que a inteligência é baseada na capacidade cognitiva e na capacidade de raciocínio humano. Por isso, os conceitos referentes a IA podem variar de acordo com a abordagem adotada.

Inteligência é conceituada como a faculdade de adquirir conhecimentos e aplicá-los, a capacidade de pensar e de raciocinar, e a tarefa de acumular informações. E, Artificial é definida como aquilo que é criado pelo homem, em vez de acontecer na natureza. Juntando os dois conceitos, pode-se definir IA como a capacidade de adquirir e aplicar conhecimentos implementado pelo homem (RABUSKE, 1995).

A princípio, com a impossibilidade de uma definição precisa sobre IA, foram propostas algumas definições operacionais como, “uma máquina é inteligente se ela é capaz de solucionar uma classe de problemas que requerem inteligência para serem solucionados por seres humanos”, ou, “inteligência artificial é o estudo das faculdades mentais através do uso de modelos computacionais”, ou ainda, “tornar os computadores mais úteis e compreender os princípios que tornam a inteligência possível” (BITTENCOURT, 2001).

Pode-se ainda definir IA, como o ramo da ciência da computação que trata da automação do comportamento inteligente. No entanto, esta definição padece do fato de que a inteligência em si não é muito bem definida ou entendida (LUGER, 2004).

Segundo Bittencourt (2001) IA é a área da ciência da computação que tem como objetivo central tanto a parte teórica quanto a prática. Sendo que na parte teórica tem-se a criação de teorias e modelos para a capacidade cognitiva, e na parte prática, tem-se a implementação de sistemas computacionais baseados nestes modelos.

De um modo simplificado, pode-se definir IA como sendo uma disciplina que tem como finalidade o estudo e a construção de entidades artificiais com habilidades cognitivas semelhantes as dos seres humanos (COSTA; SIMÕES, 2004).

Assim, de acordo com as definições dos cientistas, conclui-se que o princípio fundamental da inteligência artificial baseia-se na idéia de que é possível modelar o funcionamento da mente humana por meio das máquinas. Porém, sem uma definição exata, mas sim, uma definição moldada de acordo com a abordagem aplicada.

Com base nos conceitos de IA e dando seguimento a fundamentação, o próximo item a ser estudado é a abordagem da inteligência artificial.

2.2 ABORDAGENS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Como a IA acabou sendo aplicada em diversas áreas, os pesquisadores a dividiram inicialmente em três abordagens: cognitiva, conexionista, evolucionária (RUSSEL; NORVIG, 2004). Com esta divisão, tornou-se mais prático distinguir a que área da IA pretende-se aplicar uma determinada pesquisa.

Assim, pode-se identificar a seguir cada uma destas abordagens fundamentadas em pesquisadores e cientistas.

2.2.1 Abordagem Simbólica

Denominada também como cognitiva ou descendente, esta abordagem procura reportar a forma de raciocínio humano, baseando-se nos aspectos psicológico e algorítmico. Os pioneiros neste tipo de abordagem foram John McCarthy, Marquem Minsky, Newell e Simon (RUSSEL; NORVIG, 2004).

Baseado-se neste paradigma, surgiu o conceito de Sistema Especialista (SE), que utiliza, de forma clássica, a representação do conhecimento por meio de regras de produção (BITTENCOUT, 2001).

Destacam-se como modelos clássicos de referência para esta abordagem, os Sistemas Baseados em Regras e os Sistemas Especialistas Probabilísticos que implementam comportamentos inteligentes de natureza incerta de especialistas humanos; e o Raciocínio Baseado em Casos, onde os problemas são resolvidos a partir da consulta de casos já solucionados anteriormente, ajustando estas soluções ao problema atual (RUSSEL; NORVIG, 2004).

2.2.2 Abordagem Conexionista

Também conhecida como biológica ou ascendente, procura reproduzir o funcionamento do cérebro. Os precursores desta abordagem foram McCulloch, Pitts, Rosenblatt e Widrow (HUDSON; COHEN, 1999).

Palma Neto e Nicoletti (2005) têm como modelo de referência as Redes Neurais Artificiais, conhecidas também como Redes Neurais, Modelo Conexionista, Neurocomputação, Modelo de Processamento Paralelo Distribuído, Sistemas Neuromórficos e Computadores Biológicos.

O conexionismo tem como objetivo investigar a possibilidade de simulação de comportamentos inteligentes por meio de modelos baseados no funcionamento e na estrutura real do cérebro humano (PALMA NETO; NICOLETTI, 2005).

2.2.3 Abordagem Evolucionária

Esta abordagem procura reportar a inteligência humana com base em mecanismos evolutivos biológicos. Seus modelos de referência são, o algoritmo genético, cujo modelo de aprendizagem é baseado na teoria de seleção natural; a programação genética voltada para a construção de programas que visam imitar o processo natural da genética; e a programação evolutiva que assemelha-se aos algoritmos genéticos, dando maior destaque na relação comportamental entre os parentes e seus descendentes (REZENDE, 2005)

A abordagem evolucionária é baseada em mecanismos evolutivos encontrados na natureza, tais como a auto-organização e o comportamento adaptativo, mecanismos formalizados por Darwin em sua teoria de evolução natural (BITTENCOURT, 2001).

A partir desta breve introdução a IA e conhecendo algumas de suas áreas de atuação, a seguir passa-se a relatar os principais tópicos relacionados a esta pesquisa, e contextualizado no paradigma simbólico os Sistemas Especialistas Probabilísticos (SEP).

2.3. SISTEMAS ESPECIALISTAS PROBABILÍSTICOS

Dando continuidade aos conceitos relacionados a este trabalho, faz-se necessário um breve comentário sobre o conceito de Sistemas Especialistas Probabilísticos.

Os SEP são programas computacionais que se propõem a resolver problemas de natureza incerta e que geralmente são solucionados por especialistas humanos, por isso, esses sistemas lidam com incertezas no seu domínio de atuação (COWELL, 1999).

Apresentam uma base de conhecimentos onde estão representadas as informações de um domínio da aplicação. Estes conhecimentos são representados por fatos e regras (geralmente do tipo SE-ENTÃO), nos quais estão associadas dúvidas inerentes ao contexto de trabalho, explicitando-se as chances de suas ocorrências através de valores probabilísticos.

O processo de inferência é realizado pelo teorema de Bayes, e considera então os valores de probabilidades como entrada, oferecendo o raciocínio do sistema de modo que a partir dos valores de entrada possa associar um vetor de probabilidades ao conjunto de hipóteses diagnósticas (NASSAR, 2005).

Partindo do conceito de sistemas especialistas, o próximo passo é obter o conhecimento sobre redes Bayesianas, para que se possa dar continuidade aos estudos deste trabalho.

2.3.1 Redes Bayesianas

Uma das grandes vantagens do uso de redes bayesianas em relação a outros modelos presentes em IA é a multifuncionalidade presente neste tipo de rede, isto é, um mesmo modelo de rede bayesiana pode ser utilizado para prever, avaliar, diagnosticar e otimizar decisões (LUNA, 2004).

Uma rede bayesiana é um grafo orientado cujos nós são identificados com informações de probabilidade quantitativa (RUSSEL; NORVIG, 2004). Em outras palavras, redes bayesianas são esquemas de representação de conhecimento utilizadas com o objetivo de realizar deduções sobre as informações presentes em uma base de conhecimentos de um sistema especialista probabilístico.

A especificação de uma rede bayesiana se dá da seguinte forma (RUSSEL; NORVIG, 2004):

- a) um conjunto de variáveis aleatórias constitui os nós da rede. As variáveis podem ser discretas ou contínuas;
- b) um conjunto de vínculos orientados ou setas conectam pares de nós. Se houver uma seta de nó X até o nó Y, X será denominado pai de Y;
- c) cada nó X, tem uma distribuição de probabilidade condicional $P(X_i | \text{Pais}(X_i))$ que quantifica o efeito dos pais sobre o nó;
- d) o grafo não tem nenhum ciclo orientado (e conseqüentemente é um grafo acíclico orientado).

A topologia da rede, ou seja, o conjunto de nós e vínculos, especificam os relacionamentos de independência condicional que são válidos no domínio (RUSSEL; NORVIG, 2004).

A estrutura bayesiana é o resultado da união entre a teoria dos grafos e a teoria de probabilidades, apresentando-se como uma ferramenta extremamente útil para lidar com o domínio da incerteza. Uma das conseqüências originadas dessa habilidade em lidar com a incerteza é que o raciocínio realizado é totalmente dependente do contexto (COELHO, 1999), ou seja, o raciocínio irá funcionar de acordo com as informações existentes na base de conhecimentos.

A estrutura de uma rede bayesiana está dividida em duas partes complementares (NASSAR, 2005):

- a) **qualitativa:** é um modelo gráfico onde cada variável aleatória é representada por um nó e as relações causais entre as variáveis são representadas por arcos direcionados. Assim caso exista uma seta partindo de A em direção a B, isto estará indicando que o primeiro tem influência direta na probabilidade do segundo, ou seja, A significará uma causa enquanto B desempenhará o papel de conseqüência, estabelecendo assim a dependência entre estas duas variáveis. Deve-se salientar que o modelo gráfico não pode apresentar ciclos, isto é, um efeito não pode circular de volta causando ele próprio;
- b) **quantitativa:** é formada por probabilidades condicionais associadas aos arcos presentes no modelo gráfico e probabilidades *a priori* que são os valores estimados para os estados de cada nó de saída. Esta parte reflete o quão fortemente as variáveis estão associadas através dos valores de

probabilidade, e as relações causais existentes entre os nós de entrada e saída.

Segundo Pan (1998) dois tipos de cálculos são efetuados por uma rede *bayesiana*: a atualização das crenças e a revisão das crenças. O processo de atualização de crenças visa obter a distribuição de probabilidade a posteriori para cada um dos nós da rede em virtude de uma nova evidência, determinando assim qual o estado mais provável das variáveis. Já na revisão de crenças, determinam-se os valores de probabilidades a posteriori das variáveis de saída da rede, identificando assim os estados mais prováveis para estes nós.

A partir dos conceitos abordados até este capítulo e com a evolução das pesquisas que buscam resolver problemas utilizando-se de sistemas computacionais, surgiu o conceito de Agentes Inteligentes, que será o próximo tema abordado para o seguimento desta pesquisa.

3 AGENTES INTELIGENTES

O estudo de IA ao longo das décadas, por pesquisadores de várias nacionalidades proporcionou grande progresso na resolução de problemas e diversos métodos novos foram propostos, desenvolvidos, testados, analisados e utilizados, destacando-se a busca heurística, o planejamento de ações, a aprendizagem cognitiva e a percepção, que geraram uma comunidade científica atuante, além de sistemas que foram implantados e que solucionam problemas de grande complexidade.

A partir destes modelos a comunidade científica foi refinando mais seu raciocínio, percebendo que a inteligência não se resume em apenas raciocinar, decidir, aprender e planejar, mas também em como integrar estes processos. Surge então como um paradigma integrador natural destas técnicas, o modelo de agente.

3.1 DEFINIÇÃO DE AGENTES

O conceito de agente, assim como o de inteligência, é difícil de ser determinado, por isso não existe uma definição universalmente aceita podendo-se variar de autor para autor conforme definições a seguir.

Um agente é uma entidade real ou virtual, capaz de agir num ambiente, de se comunicar com outros agentes, que é movida por um conjunto de inclinações, que possui recursos próprios e que é capaz de perceber seu ambiente (REZENDE, 2005).

Segundo Bittencourt (2001) agente é uma entidade real ou abstrata que é capaz de agir sobre ela mesma e sobre seu ambiente, que dispõe de uma representação parcial deste ambiente, que, pode comunicar-se com outros agentes, e cujo

comportamento é consequência de suas observações, de seu conhecimento e das interações com outros agentes.

Um agente é uma entidade à qual pode-se associar uma identidade única, e que é capaz de realizar cálculos formais. Um agente pode ser considerado como um meio que produz um certo número de ações a partir dos conhecimentos e mecanismos internos que lhe são próprios (GIRAFFA, 1998).

De acordo com Albuquerque (1999) um agente é capaz de realizar tarefas e age em benefício de alguém ou de alguma coisa.

O conceito de racionalidade³ pode ser aplicado a uma ampla variedade de agentes que operam em qualquer ambiente imaginável. Logo, um agente é tudo o que pode ser capaz de perceber seu ambiente por intermédio de sensores e de operar sobre esse ambiente por meio de atuadores (RUSSEL; NORVIG, 2004), conforme ilustra a Figura 1.

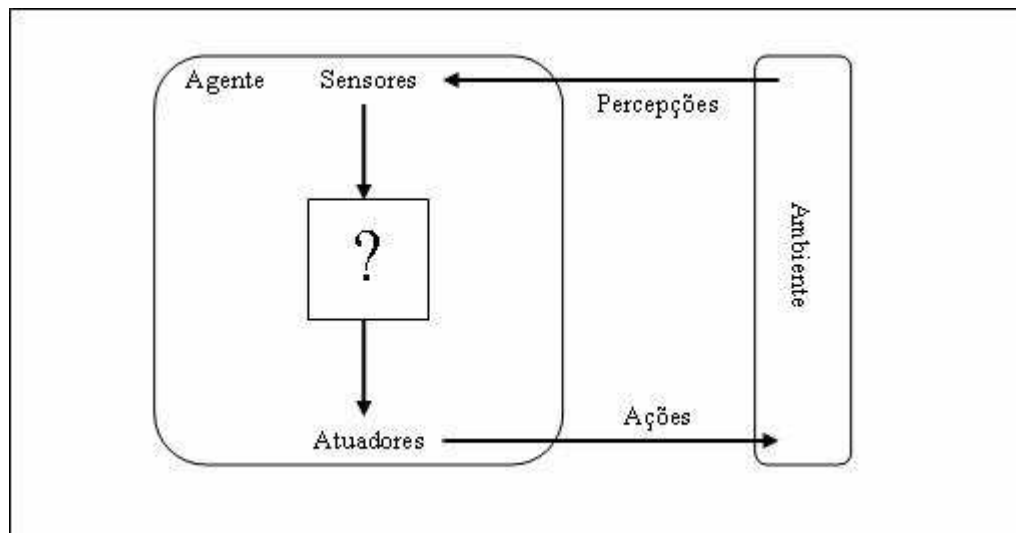


Figura 1. Interação dos agentes com o ambiente por meio de sensores e atuadores
Fonte: RUSSEL, S.; NORVIG, P. (2004)

³ Em termos conceituais, é toda a entrada que correspondem as funções de agentes, preenchidas de forma correta, ou seja, um agente racional é aquele que faz tudo certo (RUSSEL; NORVIG, 2004).

Para que se entenda melhor o funcionamento de um agente, pode-se fazer uma analogia entre um agente humano e um agente robótico. Um agente humano utiliza os olhos, ouvidos e outros órgãos como sensores, e as mãos, pernas, boca e outras partes do corpo como atuadores. Já um agente robótico poderia ser munido de câmeras e detectores infravermelhos utilizados como sensores, e motores como atuadores.

Segundo Costa e Simões (2004) um agente é toda a entidade capaz de interagir com o ambiente guiado, em geral, por objetivos, o que para o autor, em termos estruturais, é algo bem simples. Tem-se um mecanismo que permite recolher informação do ambiente (percepção), mecanismos que permitem atuar sobre o ambiente (ação) e processos que permitem definir qual a melhor ação a realizar (decisão).

Os agentes têm de confrontar-se com os mais diferentes tipos de tarefas e ambientes, sendo uns mais simples e outros mais complexos, por isso os processos de decisão serão tanto mais sofisticados quanto mais complexa for a tarefa e/ou o ambiente.

Tendo como base os conceitos definidos pelos autores, pode-se concluir que um agente inteligente é capaz de atuar, interagir e perceber, utilizando-se de mecanismos que permitem a ele realizar tais ações. Com isso, o próximo item a ser estudado são as tarefas que podem ser realizadas pelos agentes.

3.1.1 Tarefas

As tarefas, que referem-se ao tipo de atividade que um agente venha a ter de realizar são bastante variadas, por isso são caracterizadas segundo diferentes perspectivas de acordo com Costa e Simões (2004), como pode-se verificar a seguir:

- a) **deliberação:** refere-se a características de tarefas que obrigam o agente a possuir processos de decisão sofisticados ou não, ou seja, o agente vai deliberar sua decisão. Por exemplo, realizar o diagnóstico de uma doença é um processo deliberativo mais complexo do que percorrer sem objetivos um espaço fechado evitando obstáculos;
- b) **mudança:** refere-se a características de tarefas que envolvem mudanças importantes, seja a nível de agente ou a nível de ambiente, dependendo da necessidade. Por exemplo, um agente que aprende a partir de casos, vai alterar o seu conhecimento interno provocando mudanças nas suas estratégias. Já um agente que percorre um espaço com obstáculos pode ser obrigado a deslocar esses obstáculos. E um agente que estabelece um plano durante um jogo de xadrez não altera nem as propriedades do agente, nem o ambiente;
- c) **interação:** refere-se a características de tarefas que só podem ser resolvidas com a total interação entre o agente e o ambiente. Por exemplo, se um agente serve para prestar informações sobre horários de comboios, tem de possuir boa capacidade de interação oral e/ou escrita;
- d) **imposição:** refere-se a características de tarefas que são determinadas basicamente pelo ambiente. Por exemplo, um agente que reage a presença de luz forte, fugindo dessa luz.

É importante salientar que os agentes podem apresentar estas características em maior ou menor grau e não de forma totalmente absoluta.

Após o conhecimento das tarefas, para a continuidade da pesquisa, o próximo tópico descreve em quais ambientes um agente pode atuar.

3.1.2 Ambientes

A complexidade de um ambiente depende em grande parte da complexidade do agente, e segundo Costa e Simões (2004) existem três aspectos principais que podem ser usados para classificar os ambientes:

- a) **acessível ou não:** o ambiente será acessível se o agente conseguir retirar dele toda a informação que necessita para determinar a melhor ação;
- b) **deterministas ou não:** quando a evolução do ambiente não pode ser determinada de forma única a partir da situação corrente e da ação do agente sobre o ambiente, classifica-se o ambiente como não determinista;
- c) **estático ou não:** diz-se que um ambiente é estático se o mesmo não se altera enquanto o agente está decidindo qual ação executar.

Deste modo, com base nas teorias citadas por Costa e Simões (2004) pode-se concluir que os ambientes mais favoráveis aos agentes são os acessíveis, deterministas e estáticos, enquanto os ambientes mais complexos são os inacessíveis, não-deterministas e dinâmicos.

Assim, para dar continuidade a pesquisa e para um melhor entendimento sobre agentes, o próximo tópico aborda a taxonomia de agentes.

3.2 TAXONOMIA DE AGENTES

Assim como os conceitos que envolvem IA, com a taxonomia⁴ de agentes não poderia ser diferente, pois trata-se de um assunto que ainda é objeto de pesquisa e visto de forma diferenciada pelos pesquisadores. Logo, pode-se observar que a

⁴ É a ciência da identificação, da classificação (REZENDE, 2005).

taxonomia pode variar de acordo com a visão que cada autor possui relacionado a agentes.

A taxonomia de agentes, como qualquer taxonomia, nada mais é que a sua classificação. Assim, de acordo com as características de cada agente foi construída uma taxonomia, na qual foi considerado que um agente é um tipo especial de sistema computacional e segundo Rezende (2005) pode ser classificado de acordo com alguns eixos, como ilustra a Figura 2.

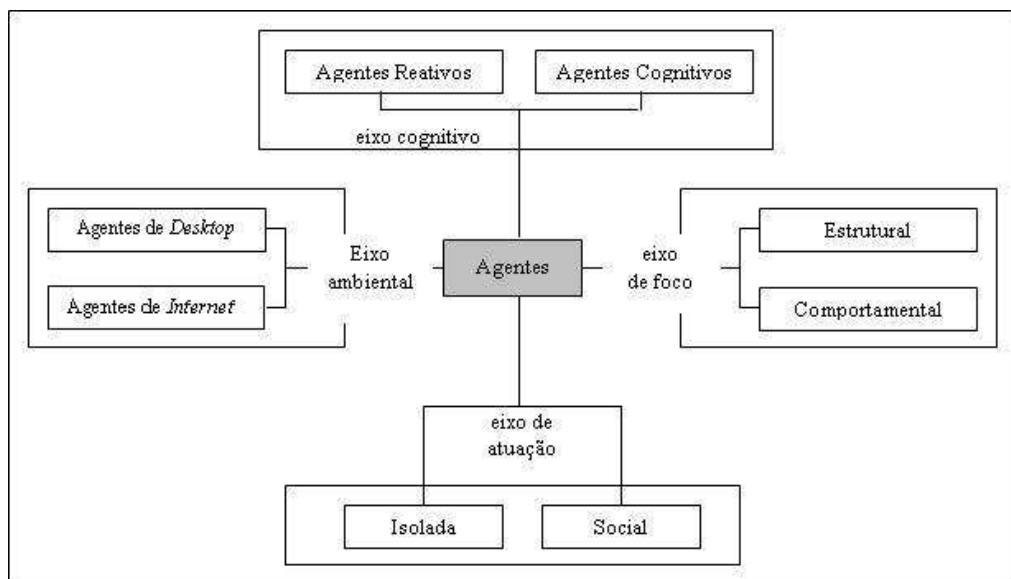


Figura 2. Taxonomia de agentes
Fonte: REZENDE, S. (2005)

Segundo Rezende (2005) a taxonomia de agentes está classificada em quatro eixos, que são conceituados da seguinte forma:

- a) **eixo cognitivo:** é o eixo onde um determinado agente pode conter um modelo de representação interna do ambiente e de outros agentes baseados em estados mentais; e um modelo racional de decisão (agente cognitivo) ou apenas atuar fundamentado num modelo de reações aos estímulos provocados pelo ambiente (agente reativo);

- b) **eixo de foco:** é o eixo onde o agente pode ressaltar semelhanças físicas com humanos (estrutural), como Avatars⁵, ou pode destacar paridades comportamentais (comportamental);
- c) **eixo de atuação:** é o eixo onde o agente pode agir de forma isolada (Isolada) ou interagir com outros agentes (social);
- d) **eixo ambiental:** é o eixo onde um agente individual pode atuar no *desktop*⁶ (agente de *desktop*) ou em uma rede de *internet*⁷ ou *intranet*⁸ (agente de *internet*).

Conforme escrito anteriormente, Costa e Simões (2004) descrevem que os agentes são classificados de acordo com as tarefas específicas que executam, porém, levando-se em consideração também suas propriedades, como ilustra a Tabela 1.

Tabela 1. Propriedades dos agentes

PROPRIEDADE	SIGNIFICADO
Reatividade	Responde em tempo útil a mudanças no ambiente
Orientado a Objetos	Tem iniciativa. Não se limita a atuar apenas como resposta ao ambiente
Comunicação	Comunica com outros agentes (eventualmente de outro tipo)
Aprendizagem	Muda o seu comportamento de acordo com a sua experiência prévia
Modalidade	Capaz de se transformar a ele próprio de máquina para máquina
Caráter	Tem um estado emocional e a sua própria personalidade.

Fonte: COSTA, E.; SIMÕES, A. (2004)

Com base na idéia de conjunto de propriedades e do conceito de inclusão de conjuntos, é possível determinar uma hierarquia de agentes. Inicialmente as categorias de agentes dividem-se em três grupos: biológicos, robóticos e computacionais.

Os biológicos são considerados os agentes naturais, os robóticos são os agentes artificiais e os computacionais são considerados os agentes que existem apenas como programas de computador.

⁵ São personagens gráficos utilizados para interagir com usuários de *softwares* (REZENDE, 2005).

⁶ É um ambiente ou *software* que proporciona a interação do usuário com o computador (GENNARI, 1999).

⁷ É a rede mundial de computadores (GENNARI, 1999).

⁸ É uma rede privada que utiliza os mesmos protocolos da *Internet* (GENNARI, 1999).

O grupo computacional ainda subdivide-se em mais dois grupos: os agentes de *software* e os agentes de vida artificial. Sendo que os agentes pertencentes ao primeiro grupo, são supostamente considerados como eternos, enquanto os agentes pertencentes ao segundo grupo podem morrer. A partir desta hierarquia, pode-se descer na taxonomia usando as propriedades do agente (COSTA; SIMÕES 2004), como pode-se observar na Figura 3.

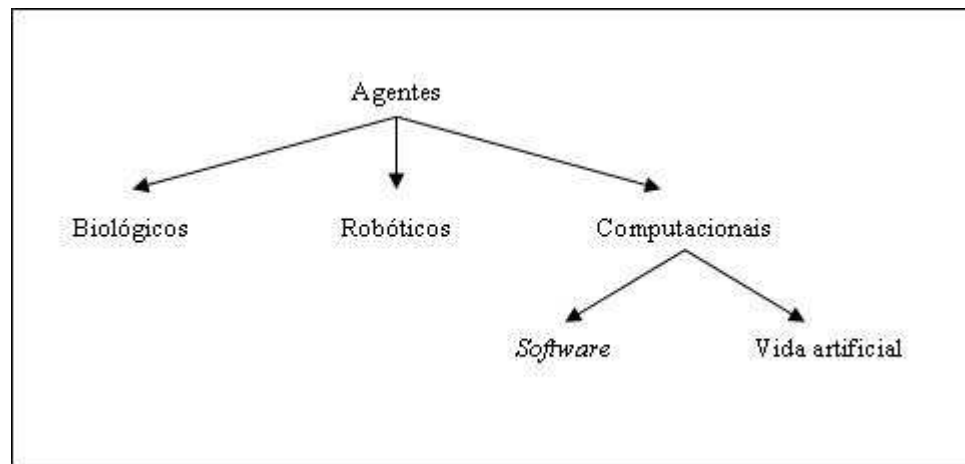


Figura 3. Tipos de agentes autônomos
Fonte: COSTA, E.; SIMÕES, A. (2004)

Embora o conceito não esteja bem definido, pode-se dizer que autonomia significa que o agente pode tomar decisões sem interferência direta ou indireta de outros agentes, sejam estes humanos ou não (COSTA; SIMÕES, 2004). Assim, a partir destas classificações, pode-se prosseguir para a próxima etapa desta pesquisa que é a arquitetura de agentes.

3.3 ARQUITETURA DE AGENTES

De acordo com o problema e com o ambiente em que os agentes são aplicados, são necessárias estruturas de suporte as suas ações, para que o agente possa agir na busca da melhor solução para o problema.

Um agente necessita de mecanismos de decisão que o permitam escolher como atuar considerando uma agenda de objetivos, um perfil de atuação contratado e um ambiente de atuação. Logo, um agente deve saber planejar a seqüência de ações para alcançar seus objetivos (REZENDE, 2005).

Segundo Russel e Norvig (2004) o trabalho da IA está em projetar o programa de agente, e implementar suas funções e mapear as percepções em ações. Se este programa for executado em um equipamento de computação com sensores e atuadores, nomeia-se esse conjunto de arquitetura.

De acordo com suas estruturas internas, os agentes podem ser divididos em quatro grupos básicos, que são: agentes reativos simples, agentes reativos baseados em modelo, agentes baseados em objetivos e agentes baseados em utilidade. Estes quatro grupos ainda podem ser convertidos em agentes com aprendizado (RUSSEL; NORVIG, 2004).

3.3.1 Agentes Reativos Simples

Como a própria nomenclatura já diz, o agente reativo simples, é o mais simples dos agentes, pois seleciona ações com base na percepção atual, ignorando o restante do histórico de percepções (RUSSEL; NORVIG, 2004). Ou seja, para este tipo de agente não existe nem passado nem futuro, pois suas ações são baseadas nas informações captadas pelos sensores naquele exato momento, atuando por meio das regras contidas em sua base de conhecimento.

A Figura 4 ilustra a estrutura de um agente reativo simples de forma esquemática, mostrando como as regras condição-ação permitem ao agente fazer a conexão entre percepção e ação.

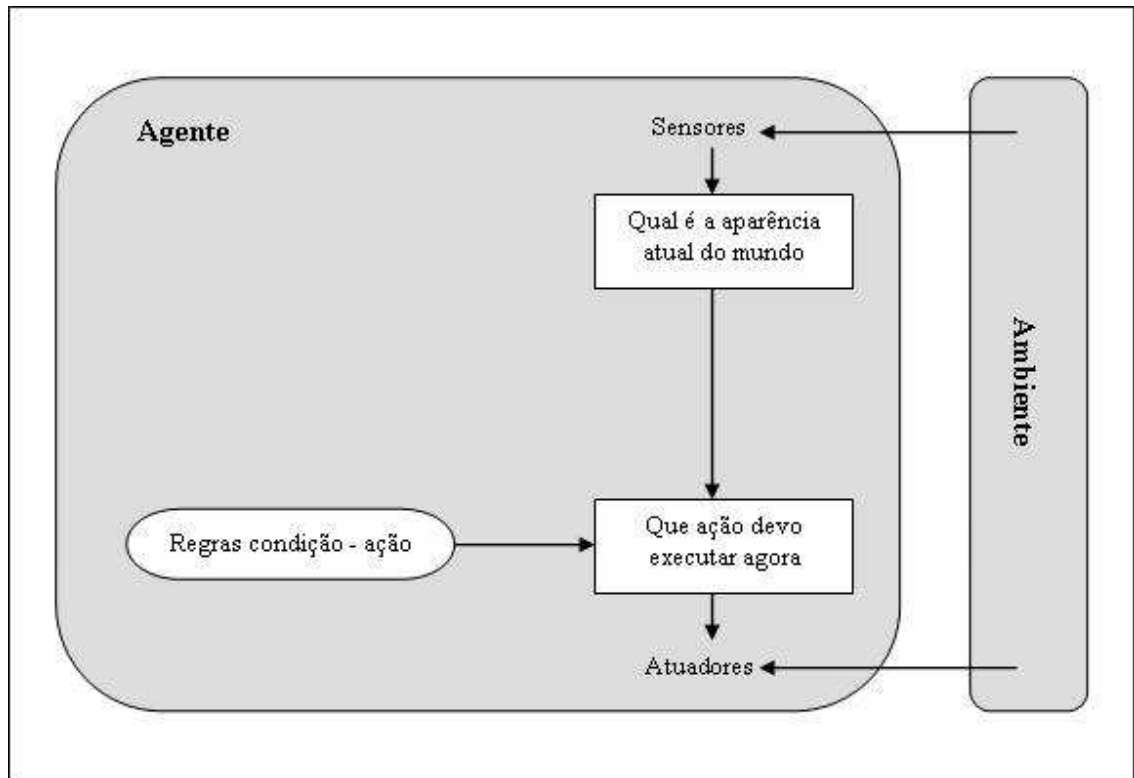


Figura 4. Diagrama esquemático de um agente reativo simples
 Fonte: RUSSEL, S; NORVIG, P. (2004)

Os agentes reativos simples caracterizam-se por ter uma inteligência muito limitada. Neste caso, o agente só funcionará se a decisão correta puder ser tomada com base apenas na percepção atual, ou seja, apenas se o ambiente for completamente observável (RUSSEL; NORVIG, 2004).

3.3.2 Agentes Reativos Baseados em Modelos

Para poder lidar com a parte de observação parcial de modo mais eficaz, o agente reativo baseado em modelo deve controlar a parte do mundo que ele não pode observar no momento. Isto é, esse agente deve manter um estado interno para poder controlar aspectos do mundo que não estão presentes na percepção do ambiente atual (RUSSEL; NORVIG, 2004). De acordo com esse princípio, esse tipo de agente baseado em modelos armazena as informações relacionadas à forma que o mundo evolui e as

conseqüências das ações do mundo, como estado interno. Como possui memória, pode agir conforme a evolução do sistema, alternando os estados internos para se adaptar a esta evolução.

Na Figura 5 pode-se observar a estrutura do agente reativo baseado em modelos com seu estado interno, demonstrando como a percepção atual é combinada com o estado interno antigo para gerar a descrição atualizada de estado atual.

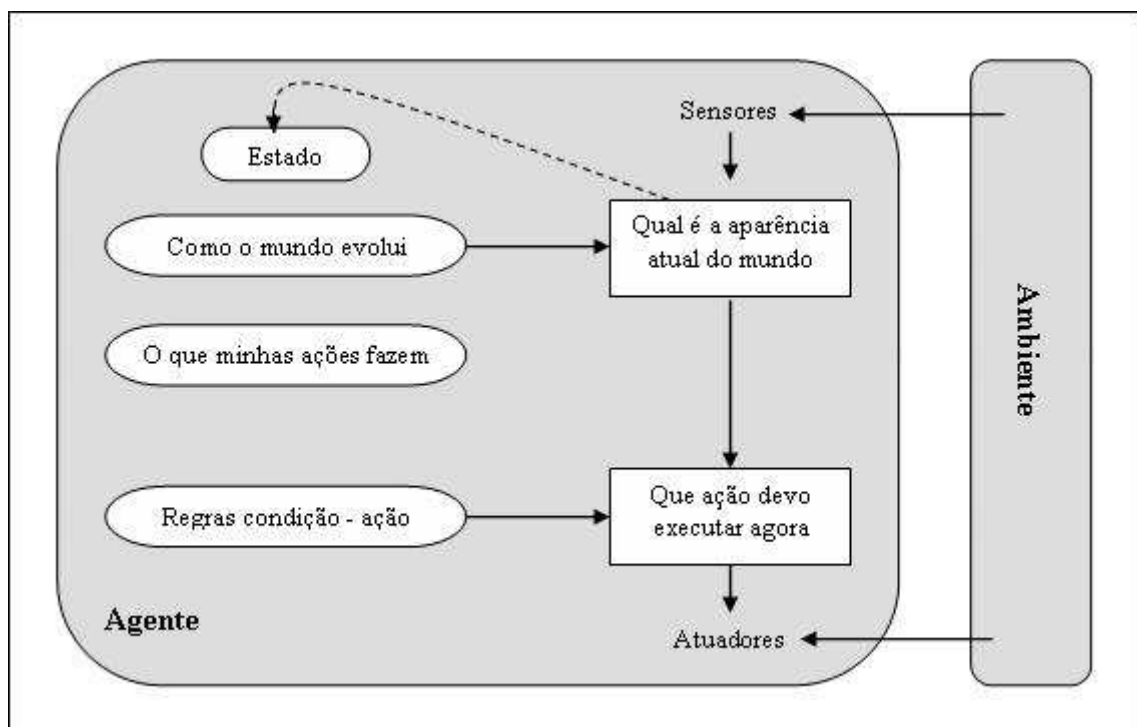


Figura 5. Um agente reativo baseado em modelo
Fonte: RUSSEL, S; NORVIG, P. (2004)

3.3.3 Agentes Baseados em Objetivos

Para um agente, nem sempre é suficiente conhecer o estado atual do ambiente para poder decidir o que fazer. Ou seja, da mesma forma que o agente necessita de uma descrição do estado atual, ele também necessita de alguma espécie de informação sobre objetivos que possa descrever as situações desejáveis (RUSSEL;

NORVIG, 2004). Assim, este tipo de agente se vale de objetivos pré-definidos para que possa escolher a melhor forma de atuar no ambiente.

A Figura 6 ilustra a estrutura de um agente baseado em objetivos. Pode-se observar que este tipo de agente tem a capacidade de refletir sobre o resultado das ações que pode realizar no sistema e de escolher a que o deixará mais próximo de seu objetivo.

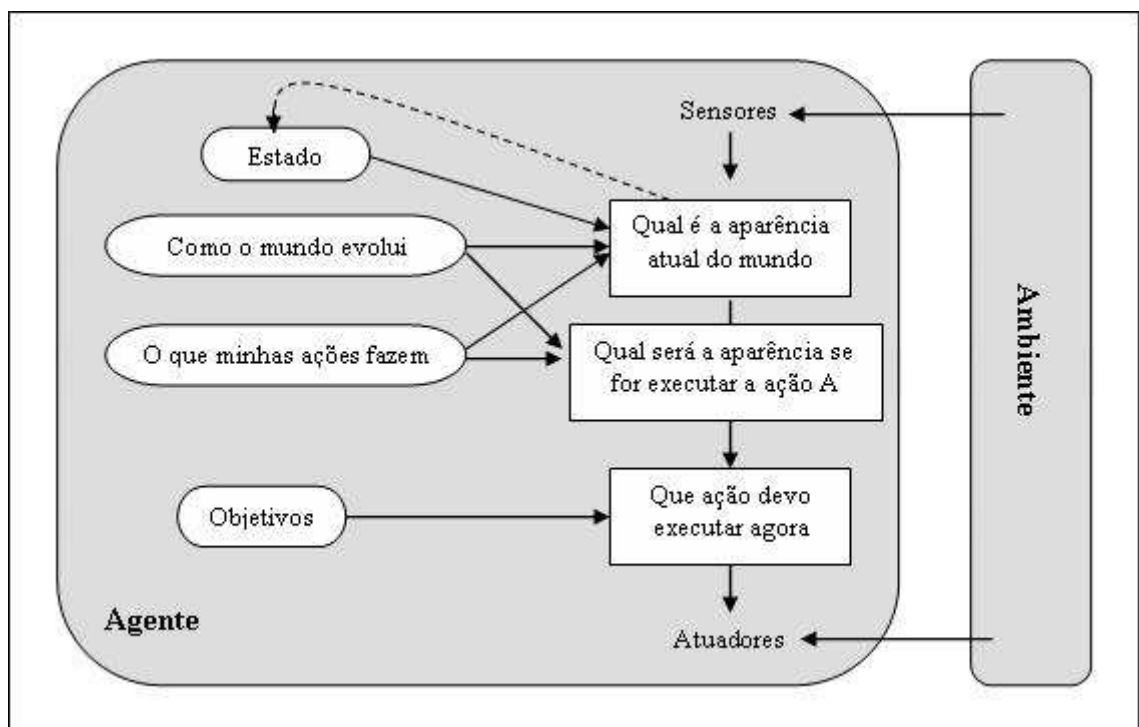


Figura 6. Um agente baseado em modelos e orientado para objetivos.
Fonte: RUSSEL, S; NORVIG, P. (2004)

O agente baseado em objetivos pode parecer menos eficiente, porém, é mais flexível, pois o conhecimento que apóia suas decisões é representado de maneira explícita e pode ser alterado com facilidade de modo a ir até uma posição diferente (RUSSEL; NORVIG, 2004).

3.3.4 Agentes Baseados em Utilidades

Como os objetivos sozinhos não são suficientes para gerar um comportamento de alta qualidade na maioria dos ambientes, se um estado do mundo for preferido em detrimento de outro, ele terá maior serventia para o agente baseado em utilidade. Assim, uma função de utilidade mapeia um estado, ou uma seqüência de estados, em um número real que descreve o grau de utilidade associado (RUSSEL; NORVIG, 2004).

A utilidade permite tomar decisões racionais em casos em que o objetivo é conflitante, como por exemplo, no caso de existirem vários objetivos, ou um desses objetivos apresentarem dois caminhos de custos semelhantes para ser atingido (RUSSEL; NORVIG, 2004).

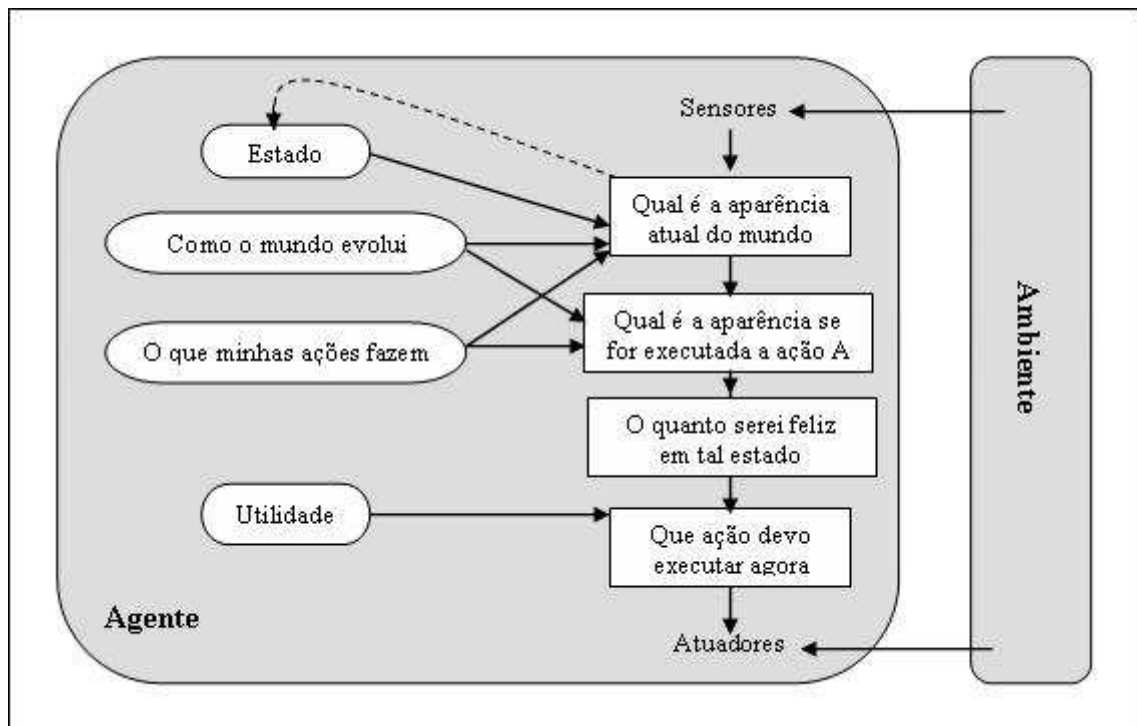


Figura 7. Um agente baseado em modelo e orientado a utilidade
 Fonte: RUSSEL, S; NORVIG, A. (2004)

Na Figura 7 pode-se verificar a estrutura do agente baseado em utilidade. Os programas de agentes baseados em utilidade usam um modelo do mundo juntamente com uma função de utilidade que mede, por assim dizer, suas preferências entre estados do mundo. Em seguida, o agente opta pela ação que leva a melhor utilidade esperada, sendo que esta utilidade esperada é calculada pela média entre os estados resultantes possíveis, ponderados pela probabilidade de resultado (RUSSEL; NORVIG, 2004).

3.3.5 Agentes com Aprendizagem

Todos os agentes podem melhorar seu desempenho por meio do aprendizado, método que vem sendo preferencialmente adotado para criar sistemas do estado da arte em muitas áreas da IA. O aprendizado permite ao agente operar em ambientes inicialmente desconhecidos, mas que podem se tornar mais competentes do que seu conhecimento inicial poderia permitir (RUSSEL; NORVIG, 2004).

A Figura 8 ilustra a estrutura de uma agente com aprendizagem. Este tipo de agente pode ser dividido em quatro componentes conceituais, que são: o elemento de aprendizado, responsável pela execução de aperfeiçoamento; o elemento de desempenho, responsável pela seleção de ações externas; o componente crítico, que é de onde o elemento de aprendizado utiliza a realimentação para que o agente tenha um melhor desempenho no futuro; e o último componente é o gerador de problemas, responsável por sugerir ações que levarão as experiências novas e informativas (RUSSEL; NORVIG, 2004).

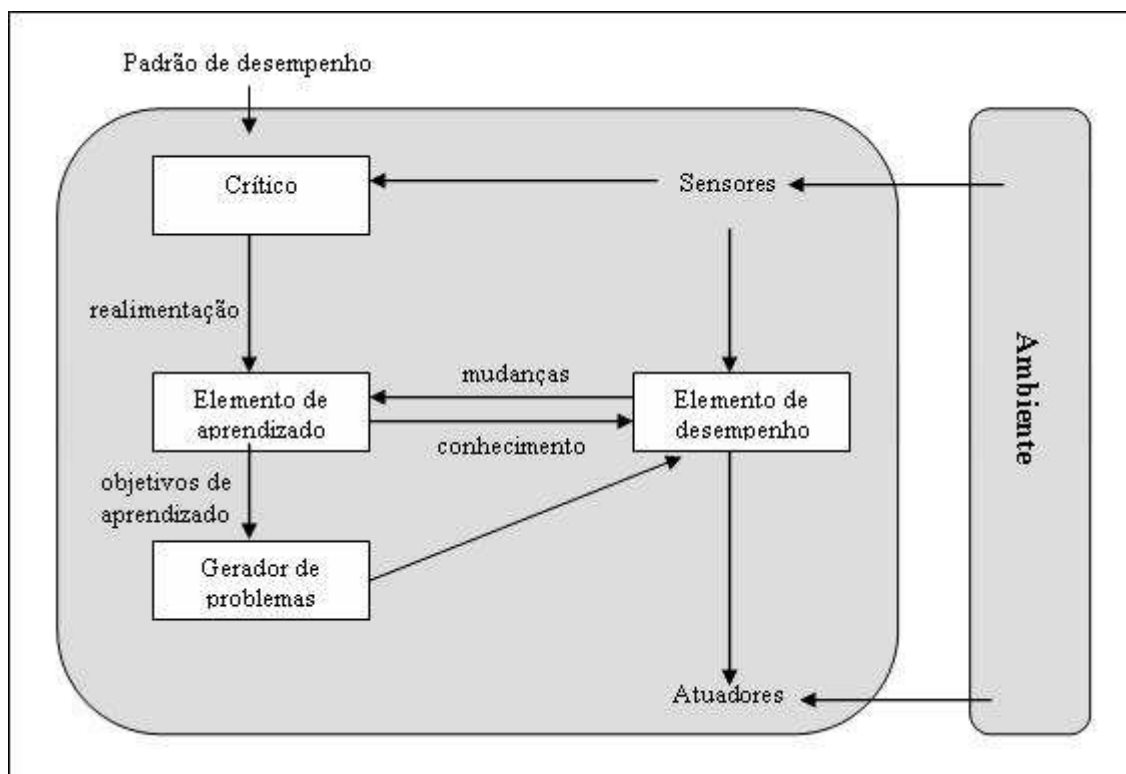


Figura 8. Um modelo geral de agentes com aprendizado
 Fonte: RUSSEL, S; NORVIG, P. (2004)

Considerando-se as várias classificações de agentes, pode-se perceber a variedade de definições de taxonomia existentes para a criação de agentes.

Concluindo-se esse capítulo, observou-se que a presença de um agente unificador dos demais que é o agente de aprendizado, pode ser resumido como um processo de modificação a fim de levar um acordo entre os demais componentes, melhorando assim o desempenho global de um agente com as informações de realimentação disponíveis.

Para a criação de um agente em um sistema de apoio ao ensino e diagnóstico médico, os componentes vistos até esta etapa são de grande importância, porém, como a proposta desta pesquisa é a utilização de um tipo de agente assistente, classificado no contexto dos agentes pedagógicos, que será o próximo assunto a ser descrito neste trabalho, para que se possa ter um fundamento completo e adequado na criação do agente, objetivo desta pesquisa.

3.4 AGENTES PEDAGÓGICOS

O estudo na área de agentes assistentes é algo bastante recente e por isso existem poucas referências sobre o assunto. Porém, a utilização de agentes inteligentes em ambientes de ensino e aprendizagem tem sido alvo de inúmeras pesquisas nos últimos tempos. De acordo com Giraffa (1998) agentes assistentes incorporados em ambientes de ensino oferecem uma nova perspectiva sobre o processo de ensino aprendizagem, principalmente pelo *feedback* que os alunos recebem constantemente do ambiente utilizado, aumentando assim o grau de interesse pela aprendizagem.

De acordo com as pesquisas, o ensino mediado pelo computador utilizando-se técnicas de IA também tende a aumentar a eficiência do aprendizado, permitindo ao estudante selecionar variáveis como o conteúdo, tempo, lugar e volume de conteúdo a ser aprendido. As informações transmitidas podem ser direcionadas dependendo do nível de conhecimento do aluno, sendo que o ambiente necessita adaptar-se às características individuais do estudante, durante o processo de ensino aprendizagem (POZZEBON, 2003).

Agentes assistentes são considerados como uma abstração dos Sistemas Multiagentes⁹, devido a sua aplicação no campo educacional. Possuem um conjunto de objetivos e planos de ensino e associam recursos existentes no ambiente de aprendizagem. Estes agentes surgiram para suprir uma necessidade dos ambientes educacionais, fornecendo um paradigma de programação que estabelece uma melhor interação e dinamismo para os Sistemas Tutores Inteligentes (NUNES, 1998).

⁹ São agentes colaborativos que buscam a solução conjunta para alcançar os objetivos dentro de um ambiente (NUNES, 1998).

Os agentes podem ser denominados agentes assistentes quando estão ligados a um ambiente de colaboração compõem um sistema apoio ao ensino aprendizagem.

Segundo Giraffa (1998) os agentes são classificados como:

- a) **tutores:** são agentes destinados ao ensino dirigido ao aluno;
- b) **assistentes:** são agentes que colaboram com a aprendizagem do aluno;
- c) **agentes na web:** são agentes destinado a uma aplicação de ensino na *Internet*;
- d) **agentes mistos:** são agentes que ensinam e aprendem.

Em uma outra abordagem, os agentes assistentes são subdivididos em duas categorias. A primeira é representada por agentes baseados em objetivos, e possui três subdivisões: tutor, mentor e assistente. A segunda categoria é composta por agentes baseados em utilidades, que se subdividem em agentes *MUD Object Oriented* (MOO) ambientes virtuais de comunicação entre pessoas, e agentes para *Web* (NUNES, 1998).

Os agentes baseados em objetivos realizam suas ações visando atingir metas pré-definidas, atuando como tutores, estudantes, aprendizes e companheiros virtuais, auxiliando os estudantes no processo de ensino aprendizagem. Podem ser representados por um personagem, dotado de estados mentais como crença, desejo, intenções, compromissos e expectativas (NUNES, 1998).

Os agentes baseados em utilidades são usados como auxiliares do aluno na execução de tarefas, e focam o ensino de habilidades específicas por meio de abordagens diretas, seguindo estratégias previamente estabelecidas.

Os agentes *web* possuem mobilidade e operam em diferentes contextos (textual, hipermídia, realidade virtual). Neste paradigma, a interação é baseada em processos cooperativos ou competitivos, por meio da comunicação e execução de atividades por agentes humanos e artificiais (NUNES, 1998).

Com o conhecimento da classificação dos agentes e de como podem colaborar no sistema de ensino aprendizagem, o próximo assunto a ser abordado é a informática na educação.

3.5 INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

A abordagem em relação ao assunto educação requer muito cuidado, pois quando se trata de ensino há uma diversidade muito grande de interpretações. Por isso, os objetivos relacionados ao processo de ensino aprendizagem devem ser claros e estar bem definidos para que não haja equívocos ou desvios na sua interpretação.

O ensino, por si só, é um processo complexo de relações entre as pessoas envolvidas (professores e alunos) onde a tecnologia passa a estar cada vez mais presente.

Segundo McArthur (1993 apud COSTA, 1999) atualmente, o processo educacional está em busca de novos métodos de ensino aprendizagem. A questão é tentar restringir a distância entre o conhecimento que um currículo tradicional acredita ser importante e o conhecimento que os estudantes acreditam ser importante. Estas mudanças curriculares trouxeram a necessidade de trabalhar com problemas de mais alta ordem.

A discussão sobre a inclusão da tecnologia na educação, incide no ramo apropriadamente alcunhado de Tecnologia Educacional. Historicamente, os educadores têm pesquisado como cada tecnologia específica pode cooperar para melhorar o processo de ensino aprendizagem. Como, por definição, as tecnologias mudam ao longo do tempo, mudaram também os artefatos estudados. Rádio, televisão, slides, transparências, vídeo cassete, etc., todos tiveram seus “momentos de fama” e até

acreditava-se, que eles iriam revolucionar a educação de acordo com Niskier (1993 apud KOMOSINSKI, 2000).

Atualmente, o computador é o artefato tecnológico que mais desperta interesses educacionais, pois esta tecnologia possui aspectos qualitativamente diferentes das tecnologias anteriores. Surge, então, a área de Informática na Educação (IE) (KOMOSINSKI, 2000).

Um dos grandes diferenciais do computador em relação as demais tecnologias é o fato de ele ser uma máquina interativa. Isto significa que, além de transportar conhecimento (assim como a televisão e a transparência), o computador pode dialogar (mesmo que de forma limitada comparada ao diálogo entre pessoas) com o seu usuário. O computador também pode potencializar o diálogo entre as pessoas, permitindo que elas sejam autores do seu conhecimento (KOMOSINSKI, 2000).

A partir de muitos estudos e pesquisas relacionados a informática na educação, surgiram novos métodos de ensino aprendizagem sendo um destes o ABP que é abordado no Apêndice A.

O próximo capítulo deste trabalho demonstra alguns trabalhos correlatos desenvolvidos na área de agentes inteligentes e IA.

4 TRABALHOS CORRELATOS

Devido ao crescente interesse da pesquisa na área de agentes pedagógicos ou mesmo outros recursos relacionados a IA, pode-se encontrar vários trabalhos de pesquisa nesta área com o objetivo de tornar esta tecnologia cada vez mais próxima dos estudantes, tendo em vista que há pouco tempo atrás estes métodos eram aplicados apenas em ambientes de educação a distância.

Sendo assim, este capítulo tem a finalidade de apresentar algumas pesquisas e softwares que utilizem métodos relacionados a utilização de agentes e IA.

4.1 KURRUPAKO – UM AGENTE ANIMADO SÓCIO-AFETIVO PARA AMBIENTES DE APRENDIZAGEM

A presente pesquisa refere-se a um trabalho de conclusão do curso de Ciência da Computação da Universidade de Caxias do Sul (UCS), desenvolvido no ano de 2001 (CERON, 2001).

Esse trabalho apresenta um ambiente interativo de aprendizagem, desenvolvido como forma de apoio à disciplina de Algoritmos dessa universidade. O sistema denominado 3A (Ambiente de Aprendizagem de Algoritmo) conta com um tipo de agente assistente de interface denominado de Kurrupako. O principal objetivo desse agente é apresentar aos usuários recomendações de conteúdos e sugestões de tutores geradas pelo sistema.

Como o objetivo do trabalho era inserir no sistema 3A, um agente capaz de agir, atuar e se movimentar, foi utilizado o personagem Papagaio que possui estas características.

A interação do agente Kurrupako no sistema se dá desde o momento em que o sistema é iniciado. Ao primeiro acesso do usuário o agente introduz e guia o usuário no ambiente, mostrando-o como navegar pelo site e como começar a estudar. Caso o usuário já tenha freqüentado o ambiente, o agente é capaz de identificar e sugerir um novo assunto a partir dos que já foram estudados, pois o agente monitora o usuário por meio de registros de acesso aos materiais e conteúdos do site. Uma dessas interações é ilustrada na Figura 9.

Figura 9. Recomendação de Conteúdo
Fonte: CERON, R. (2001)

Segundo a conclusão do autor a construção desse agente demonstrou a viabilidade de que animação e autonomia em um agente assistente de interface podem fazer uma diferença significativa para sua aceitação, tornando o agente mais presente na rotina do usuário e do seu estudo.

4.2 SISTEMA INTELIGENTE PARA ENSINO DE HISTOLOGIA BUCAL

Esta pesquisa refere-se a um trabalho de conclusão do curso de Ciência da Computação da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), concluído no ano de 2005 (SOUZA JUNIOR, 2005).

Este trabalho constitui o desenvolvimento de uma solução *web* para um sistema tutor inteligente. Desta forma o sistema contempla a utilização de dois agentes pedagógicos, sendo o APT (Agente Pessoal do Tutor) e o APA (Agente Pessoal do Aluno).

O sistema funciona da seguinte forma: de um lado está o professor ou tutor interagindo com o sistema por meio de um navegador. O APT atua como um assistente, agindo paralelamente as ações do professor no sistema, e interagindo com ele por meio de mensagem na tela do navegador. O agente busca as informações da base de dados, para saber qual a ação deve tomar. Do outro lado está o aluno que também interage por meio de um navegador e de forma semelhante também possui um agente agindo com ele por meio de mensagens.

O APT oferece auxílio nos cadastros dos recursos necessários no sistema, como materiais e questões, além de permitir ao professor o acompanhamento dos alunos que estão cadastrados em sua turma. Os objetivos deste agente são; manter a estrutura de recuperação das informações necessárias, monitorar os cadastros dos alunos; monitorar o estado do cadastro da turma e da ementa; auxiliar o professor nas interações com o sistema (cadastro de unidades, materiais e questões) apresentando mensagens como dicas. A Figura 10 ilustra a atuações do APT.

Materiais de Estudo

Nesta seção você pode cadastrar materiais de estudo para os seus alunos.

Importante! Devem ser cadastrados materiais para todas as unidades.

As seguintes unidades ainda não possuem materiais: Duro Alveolar / Gengiva, Cemento, Desenvolvimento da Periodonto, Ligamento Periodontal, Erupção e estufação, Articulação Temporomandibular (ATM), Mucosa Bucal e seio maxilar, Glândulas salivares.

[Cadastrar novo material](#)

Título	Última modificação	Nº Acessos	Observações	Download	Opções
1. Dentina (Slides)	12/12/2005 01:49	1		Baixar arquivo	Alterar Excluir
2. Dentinogênese e Dentina	06/12/2005 20:19	0		Baixar arquivo	Alterar Excluir
3. Esmalte	06/12/2005 20:14	2		Baixar arquivo	Alterar Excluir
4. Odontogênese	06/12/2005 21:39	1		Baixar arquivo	Alterar Excluir
5. Odontogênese (Slides)	06/12/2005 21:36	0		Baixar arquivo	Alterar Excluir

MÁRCIO Universidade do Vale do Itajaí - Curso de Odontologia - 4º Período Quarta-feira, 14 de dezembro de 2005

Figura 10. Agente Pessoal do Tutor
Fonte: SOUZA JUNIOR, O. (2005)

O APA possui características de um agente pedagógico animado e tem como função monitorar as ações do aluno sobre o sistema, bem como acompanhar o seu desempenho nas atividades. A Figura 11 ilustra o APA.

Consulta

[Consulta](#)
[Estruturas](#)
[Imagens](#)
[Links](#)
[Materiais](#)

Avaliação

[Realizar Avaliação](#)
[Desempenho](#)

Ambiente

[Alterar Dados](#)
[Trocar Senha](#)
[Sair](#)

Você ainda não consultou esse material, recomendo que dê uma olhada: [Dentinogênese e Dentina](#).
Ou então [clique aqui](#) para ver todos os materiais disponíveis para estudo.

MÁRCIO Universidade do Vale do Itajaí - Curso de Odontologia - 4º Período Quarta-feira, 14 de dezembro de 2005

Figura 11. Agente Pessoal do Aluno
Fonte: SOUZA JUNIOR, O. (2005)

De acordo com a conclusão de Souza Junior (2005) a utilização dos conceitos de inteligência múltiplas é fundamental na busca por criar ambientes adaptados as características individuais dos alunos facilitando assim seu aprendizado.

4.3 SISTEMA TUTOR INTELIGENTE DE FISIOLOGIA VASCULAR

A presente pesquisa refere-se a um trabalho de conclusão do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), concluído no ano de 2006 (OLDONI et al, 2006).

Este trabalho teve como meta o desenvolvimento de um Sistema Tutor Inteligente de Fisiologia Vascular utilizando a tecnologia de agentes pedagógicos inteligentes.

O sistema conta com a intervenção de um agente pedagógico chamado Luciana, que age em todas as interações do usuário com o sistema e disponibiliza conteúdos relacionados a fisiologia vascular divididos em tópicos do tutorial. O sistema também consiste de auto-avaliações contendo diversas questões objetivas apresentadas aleatoriamente ao usuário e resulta em um nível de desempenho.

O agente do projeto tem como objetivo e métrica de desempenho maximizar o nível de desempenho do aluno nas auto-avaliações do sistema. Desta forma, o agente observa e monitora as ações tomadas pelo usuário na interface, ensina novos atalhos e sugere novas formas de realizar tarefas. Quanto mais o desempenho do aluno melhorar devido a atuação do agente, melhor será o desempenho do agente. A Figura 12 apresenta a estrutura de funcionamento do agente no sistema.

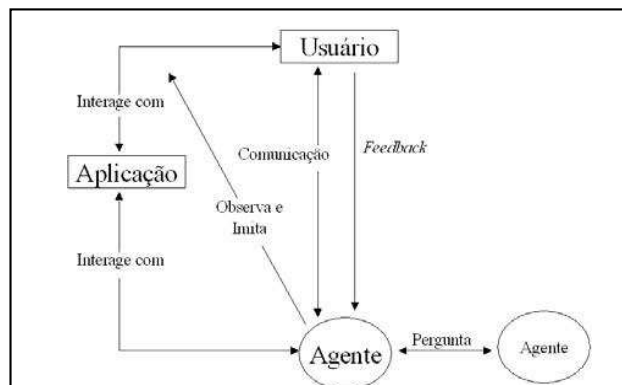


Figura 12. Estrutura de funcionamento do agente no sistema
Fonte: OLDINI, A. et al (2006)

A modelagem e implementação da personagem que compões o agente leva em conta algumas características tais como: ser o mais próximo da realidade; possuir expressões faciais dos mais variados sentimentos; interagir com o usuário mudando de postura e expressão sutilmente de acordo com a situação; falar e escrever utilizando balões de textos e/ou recursos de som; passar a imagem de uma pesquisadora; ser simpática e prender a tenção do usuário. A Figura 13 ilustra a agente Luciana.

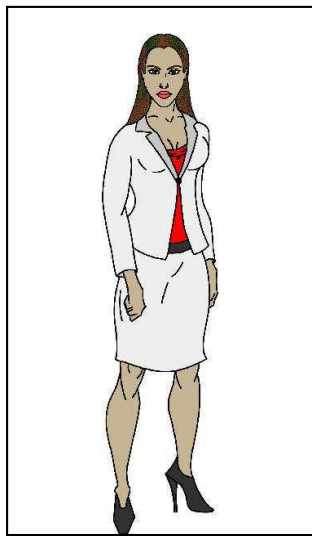


Figura 13. Agente Luciana
Fonte: OLDINI, A. et al (2006)

4.4 UM SISTEMA DE ENSINO INTELIGENTE PARA O DIAGNÓSTICO MÉDICO

Esta pesquisa desenvolvida em 1998 teve como objetivo criar um sistema de apoio ao ensino do diagnóstico classificatório da epilepsia – EPIIS. O EPIIS faz uso de tecnologias de inteligência artificial distribuída, mais especificamente pelo paradigma de multi-agentes, para implementar um processo de ensino/aprendizado individual e adaptável às necessidades do aluno (POZO et al, 1998).

Sua arquitetura é formada por quatro agentes: o agente especialista, responsável sobre os conceitos e classificação das crises epilépticas; o agente tutor

responsável pela didática; o agente modelo do estudante, que registra as ações tomadas pelo estudante; e o agente interface, responsável pela interação estudante/sistema.

O Agente especialista possui o conhecimento sobre o domínio e desempenha o papel do especialista no tema, tendo condições de conduzir o aprendiz através de uma sessão completa de resolução do problema sob consideração, possibilitando ao mesmo o acompanhamento de todos os passos, utilizando-se tanto de conhecimento explícito, formalizado, quanto do conhecimento empírico que se obtém após anos de experiência.

O Agente Tutor fornece um suporte às diferentes estratégias pedagógicas disponíveis no sistema. Contém uma base de casos criada pelo especialista humano para ser apresentada ao estudante, assim como um módulo gerador de casos.

O Agente Assistente é responsável pela navegação dentro dos tópicos. Trabalha com multimídia, pois no caso de diagnóstico de epilepsia a utilização de vídeos é fundamental para esclarecer certos conceitos.

O Agente Estudante possibilita que o estudante seja uma parte ativa e compromissada com o processo ensino/ aprendizado, podendo interagir com o sistema para a criação do plano de ensino. Isto o caracteriza como um agente no sistema, contrastando, com a proposta clássica onde o estudante é visto apenas como usuário do sistema. A Figura 14 demonstra a estrutura dos agentes no EPIIS.

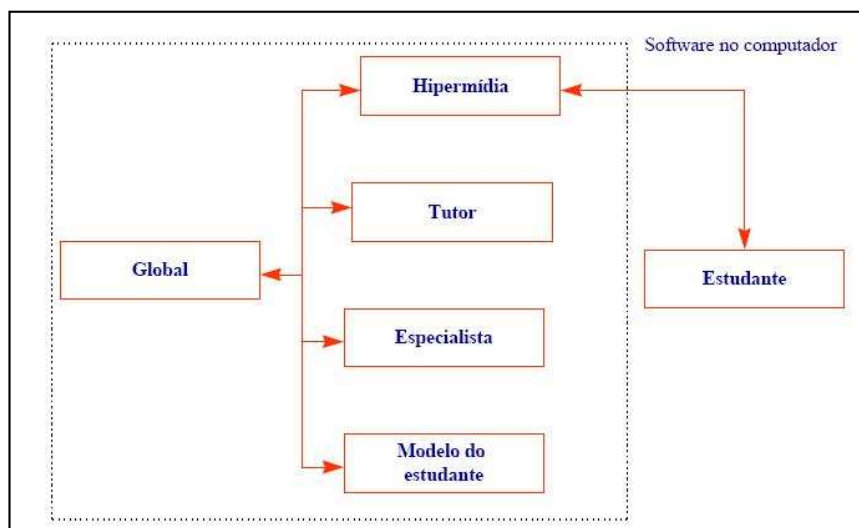


Figura 14. Estrutura dos agentes no EPIIS.
Fonte: POZO, A. et al (1998).

4.5 SISTEMA EDUCACIONAL E MÉDICO *ON-LINE* - SEMEDICON

Esta pesquisa desenvolvida na Universidade Federal de Pernambuco em 2004, teve como objetivo criar um sistema educacional e médico *on-line* - SEMedicOn. O SEMedicOn faz uso de técnicas de sistemas especialistas baseados em regras, raciocínio baseado em casos e sistemas tutores inteligentes e tem a finalidade de dar dicas de conduta ao usuário (MELO et al, 2004).

Como a informática na saúde está a cada dia fazendo uso de novas ferramentas e tecnologias da computação, como é o caso da Inteligência Artificial, Realidade Virtual, Multimídia e Internet. Ainda não sendo suficiente o uso de tais ferramentas e tecnologias, atualmente, busca-se a associação das mesmas, com o objetivo de obter maior precisão e utilidade das informações médicas manipuladas. Por isso, este trabalho tem como principal objetivo propor uma arquitetura para um sistema médico e educacional para web, utilizando ferramentas da IA, que é o caso dos SEP e dos STI (Sistemas Tutores Inteligentes).

O SEMedicOn envolve as técnicas de sistemas especialistas baseados em regras, raciocínio baseado em casos e sistemas tutores inteligentes, e tem a finalidade de dar dicas de conduta ao usuário leigo, auxiliar o profissional da saúde no diagnóstico e ser uma ferramenta de auxílio ao ensino. O sistema tutor inteligente utiliza a base de conhecimento, que armazena regras e casos, para ensinar determinada especialidade médica e tem a capacidade de se adaptar às características individuais de cada estudante. A Figura 15 ilustra a arquitetura do sistema.

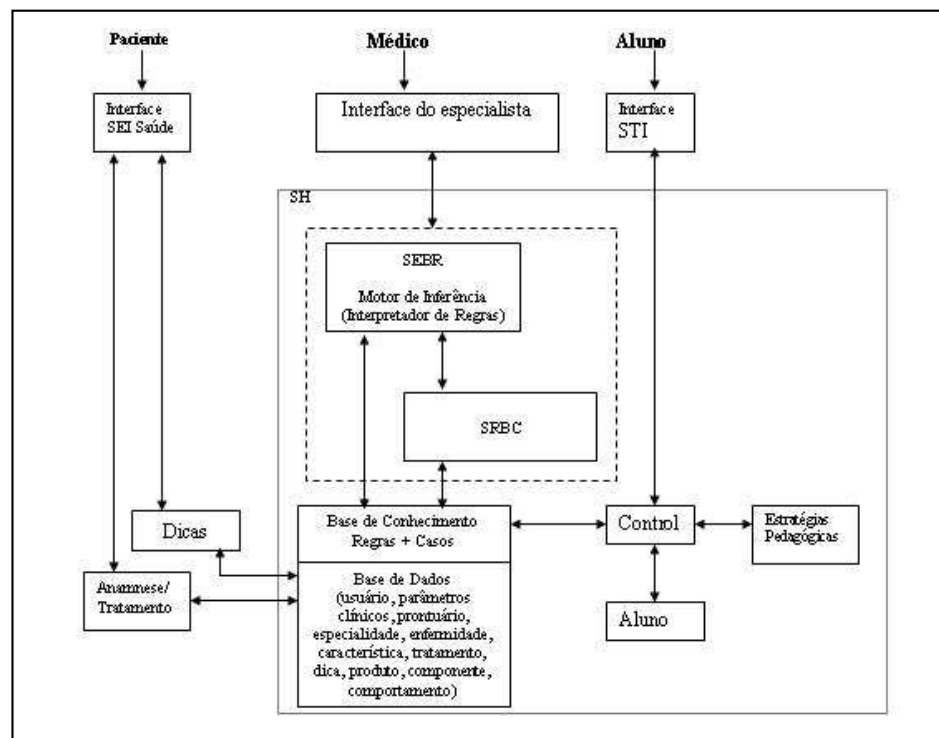


Figura 15. Arquitetura do sistema SEMedicOn
Fonte: MELO, C. et al (2004)

A base de conhecimento é o principal objeto de integração entre o SEI Saúde, o Sistema Híbrido de Suporte ao Atendimento Médico (Sistema Especialista Baseado em Regras, Raciocínio Baseado em Casos) e o Sistema Tutor Inteligente. Ela age como fonte de informação para os três ambientes. Na base de dados encontra-se: usuário, parâmetros clínicos, prontuário, especialidade, enfermidade, característica, tratamento, dica, produto, componente e comportamento.

4.6 ASSISTENTE INTELIGENTE PARA SUPORTE AO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA

Esta pesquisa desenvolvida na PUCRS (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul) em 1998, teve como objetivo criar um sistema educacional para auxiliar no aprendizado de química baseado em tutores inteligentes. (LUZZI et al, 1998).

A carência de tais ambientes de ensino-aprendizagem computadorizados, especialmente na área de Química Orgânica, e a intenção de aprofundar os conhecimentos sobre projeto e desenvolvimento de *software* educacionais, foi desenvolvido o ambiente denominado *Wöhler* em homenagem ao químico Friedrich *Wöhler* (1800-1882).

O *Wöhler* foi projetado para auxiliar o aluno a testar hipóteses acerca das possibilidades na combinação de diferentes átomos e moléculas, levando em consideração os conhecimentos de cada aluno-usuário; é um ambiente inteligente para suporte ao processo de ensino-aprendizagem na área de Química Orgânica, capaz de avaliar o desempenho e o progresso do aluno, permitindo-o manipular, construir e analisar moléculas de acordo com as questões formuladas, na forma de pequenos problemas a serem resolvidos.

O projeto do *Wöhler* é baseado na arquitetura de um Sistema Tutor Inteligente (mais especificamente um Assistente Inteligente) com características de um jogo educacional. A arquitetura do *Wöhler*, possui o Módulo Tutor (Assistente) e o Módulo Aluno. A Figura 16 ilustra a interface do sistema *Whöler*.

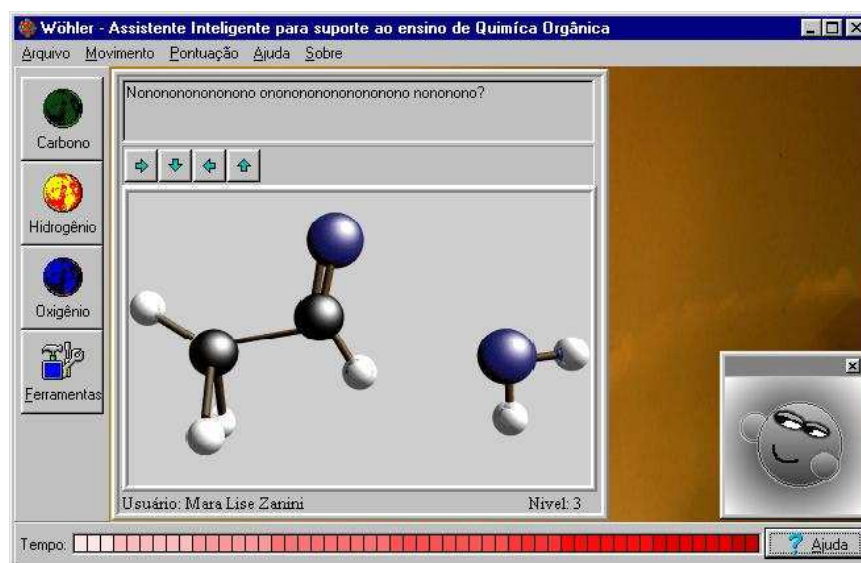


Figura 16. Interface Sistema Whöler
Fonte: LUZZI, F. et al. (1998)

Após os estudos embasados na fundamentação teórica e nos trabalhos correlatos, passou-se o próximo item desta pesquisa demonstra o desenvolvimento do trabalho.

5 AGENTE ASSISTENTE NO SISTEMA DE APOIO AO ENSINO E DIAGNÓSTICO ETIOLÓGICO DE LOMBALGIA

Com a evolução da IA, vem aumentando as perspectivas de sua aplicação em diferentes áreas, e a educação é umas das que se encontra em expansão e integração com a IA. Nesse sentido, a arquitetura de um agente inteligente é perfeitamente aplicável no apoio ao processo de ensino aprendizagem. A pesquisa neste campo, principalmente ligada aos cursos de medicina que utilizam o método ABP, vem encontrando êxito em seus objetivos de interatividade do aluno com a evolução de seu conhecimento.

Com base no desenvolvimento destas pesquisas, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um agente inteligente assistente, possibilitando a interatividade entre o sistema SÉLO e o estudante, no processo de ensino aprendizagem de Lombalgia.

Deste modo, a proposta está voltada a área de inteligência artificial, mais precisamente agentes assistentes, com o objetivo de contribuir com outros projetos, tanto por meio da pesquisa quanto da possível utilização da aplicação para trabalhos futuros.

No desenvolvimento deste trabalho foram utilizados alguns recursos, como: uma ferramenta *Unified Modeling Language* (UML) para a modelagem do agente assistente possibilitando o entendimento mais aprofundado de seu funcionamento; o ambiente de programação C++ Builder, que fornece uma interface simples e amigável aos desenvolvedores, um computador como recurso de *hardwar*; e como recurso profissional um especialista em lombalgia para o auxílio do conhecimento de domínio de aplicação.

A realização desta pesquisa foi embasada no cumprimento de algumas etapas metodológicas como: levantamento bibliográfico, estudo do SÉLO, modelagem e implementação do módulo de explicação, estudo de ferramentas para a modelagem do agente assistente, implementação do agente assistente e realização de testes. Sendo estas etapas pré-definidas para que seus objetivos pudessem ser alcançados. Assim, o estabelecimento dessas etapas e a metodologia utilizada estão descritas nos próximos tópicos deste capítulo.

5.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Foram feitas pesquisas com base em bibliografias relacionadas a inteligência artificial, agentes inteligentes, lombalgia entre outras ligadas ao tema deste trabalho. Dentre estas bibliografias encontram-se, livros, teses de doutorado, dissertações de mestrado, trabalhos de conclusão de curso, artigos de periódicos e comunicações em anais de eventos científicos.

Nessa etapa foram encontrados poucos livros clássicos na área de agentes inteligentes, principal objeto de estudos desta pesquisa, então o desenvolvimento da fundamentação na sua maior parte foi pautada com base em teses, dissertações, trabalhos de graduação, pesquisas de iniciação científica, artigos científicos entre outros.

Para agregar maior conhecimento, fez-se um levantamento de alguns trabalhos correlatos que foram inseridos a essa pesquisa como referências de pesquisas já desenvolvidas.

Considerando que o objetivo dessa pesquisa volta-se a utilização de agentes no SÉLO, a seguir é relatada uma breve descrição desse sistema.

5.2 ESTUDO DO SÉLO

O SÉLO representa um projeto que foi iniciado em 2001, contando atualmente com três pesquisas desenvolvidas na UNESC incluindo-se o presente projeto.

No primeiro trabalho foi desenvolvida sua base de conhecimento, sendo concluído em 2001 (SCUSSEL, 2001). Já o segundo trabalho foi relacionado ao projeto da interface e integração da base de conhecimento com os demais módulos do sistema, concluído em 2002 (GOULART, 2002).

E a terceira e atual pesquisa, integra ao SÉLO um módulo de explicação e um agente assistente que busca interagir com o usuário facilitando o manuseio e a aprendizagem de lombalgia por meio deste sistema.

Este sistema foi desenvolvido com o objetivo de auxiliar o acadêmico do Curso de Medicina da UNESC no processo de aprendizado de lombalgia, nas disciplinas doenças reumatólogias do módulo 17, reumatologia módulo 21 e órgãos e sistemas em ortopedia do módulo 23, utilizando recursos da Inteligência Artificial. Como a filosofia de ensino adotada no curso de Medicina na UNESC é construtivista, conforme metodologia ABP (APÊNDICE A), esta também foi adotada para o desenvolvimento do sistema.

O SÉLO foi desenvolvido para trabalhar com a base de conhecimento representada por meio de redes *bayesianas* desenvolvida na *shell Netica*¹⁰, cuja interface baseou-se em diversos critérios de ergonomia de software tornando esse aplicativo uma ferramenta de auxílio ao estudante no processo de aprendizagem de Lombalgia.

A Figura 17 e a Tabela 2 ilustram a RB que é composta por vinte e dois nós ligados ao diagnóstico de lombalgia, ou seja, tem-se um nó pai e vinte e dois nós filhos.

¹⁰ Disponível no site <http://www.norsys.com>

Cada nó filho é subdividido em estados, como por exemplo, o nó Sexo possui dois estados, feminino e masculino, e o nó Sensibilidade possui os estados, sim e não, e assim por diante.

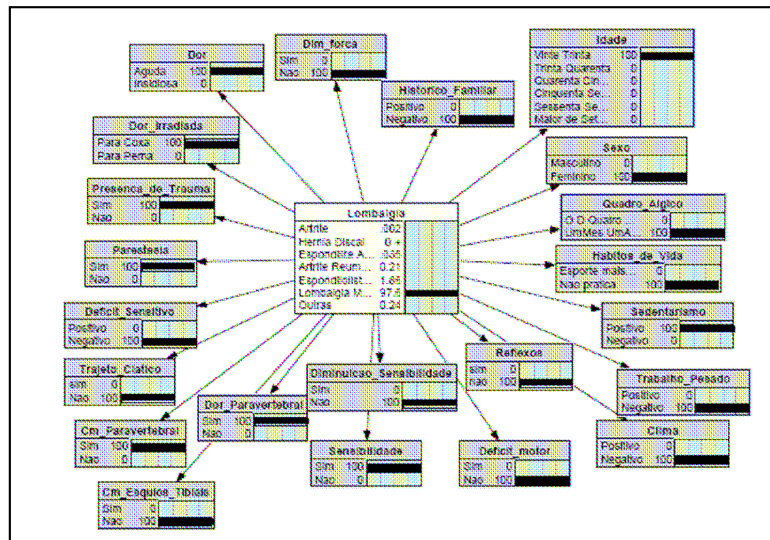


Figura 17. Base de conhecimento.

Fonte: SCUSSEL, T. (2001)

Tabela 2. Descrição e Estados dos Nós

Descrição dos Nós	Estados dos Nós
Idade	20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, >70
Sexo	Masculino, Feminino
Quadro_Algico	O De Quatro, UmMês Uma
Hábitos_de_Vida	Esporte mais, Não pratica
Sedentarismo	Positivo, Negativo
Trabalho_Pesado	Positivo, Negativo
Clima	Positivo, Negativo
Reflexos	Sim, Não
Deficit_motor	Sim, Não
Sensibilidade	Sim, Não
Diminuição_Sensibilidade	Sim, Não
Dor_Paravertebral	Sim, Não
Cm_Esquios_Tibiais	Sim, Não
Cm_Paravertebral	Sim, Não
Trajeto_Ciatico	Sim, Não
Deficit_Sensitivo	Positivo, Negativo
Parestesia	Sim, Não
Presença_de_Trauma	Sim, Não
Dor_Irradiada	Para Coxa, Para Perna
Dor	Aguda, Insidiosa
Dim_forca	Sim, Não
Histórico_familiar	Positivo, Negativo

Fonte: Adaptada de SCUSSEL, T. (2001)

A partir da base de conhecimento desenvolvida em 2001 (SCUSSEL, 2001) o SÉLO foi implementado e sua estrutura passou a ser apresentada conforme ilustra a Figura 18 (GOULART, 2002).

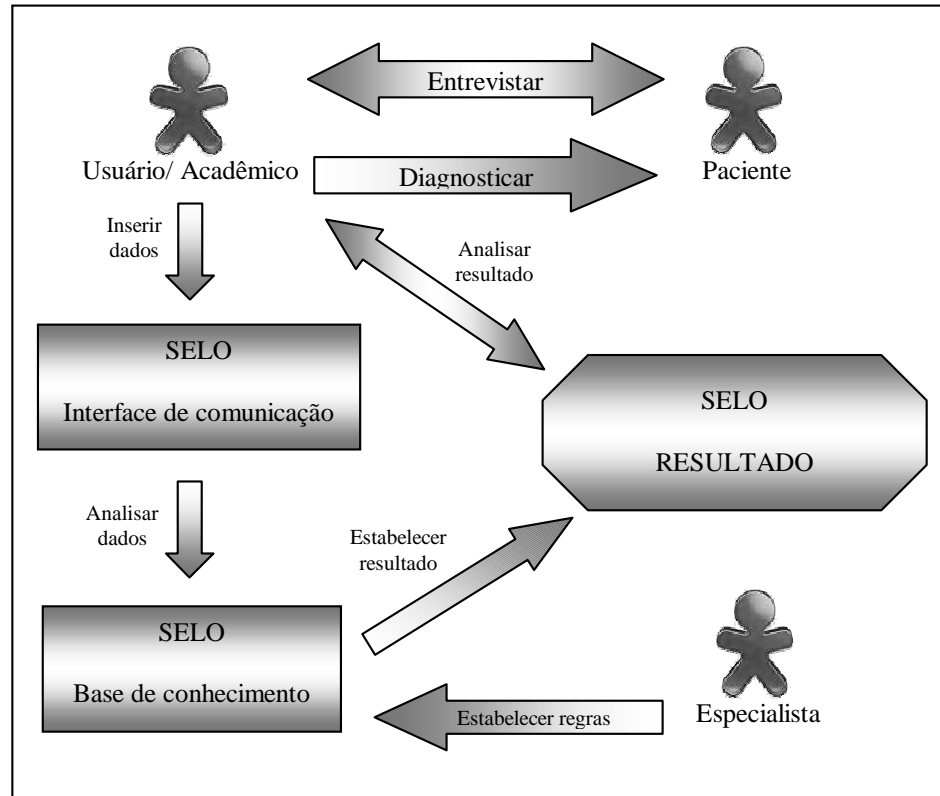


Figura 18. Estrutura do SÉLO
Fonte: Adaptada de GOULARTE, F. (2002)

Observando-se a Figura 18, tem-se um especialista do domínio da aplicação que estabelece as regras a serem utilizadas para chegar-se ao resultado. Com as regras definidas, o Usuário/Acadêmico entrevista o paciente de acordo com as opções do prontuário exibido na interface de comunicação, que por sua vez, após preenchido analisa a base de conhecimento e gera um resultado que é analisado pelo Usuário/Acadêmico e que por fim diagnostica o paciente.

Para melhor entendimento desta estrutura a seguir são apresentadas algumas telas que compõem o sistema SÉLO, iniciando por uma tela principal que agrega todas as informações do sistema e facilita a utilização do mesmo pelo usuário final.

O sistema é apresentado ao usuário com os recursos de menu e botões conforme ilustra a Figura 19. Ao realizar uma consulta ao SÉLO, uma nova tela é apresentada ao usuário.



Figura 19. Tela Inicial do SÉLO
Fonte: GOULARTE, F. (2002)

Na Figura 20, pode-se observar que existe uma barra de ferramentas que facilita a navegabilidade no sistema, podendo o usuário utilizá-la da maneira que lhe for conveniente. Nesta tela também se encontram informações referentes ao paciente, como nome, idade, sexo e endereço. Porém, apenas idade e sexo são integradas com a base de conhecimento, os demais campos servem de dados adicionais para identificação do exame.

Figura 20. Tela de dados do paciente
Fonte: GOULARTE, F. (2002)

As informações pertinentes ao diagnóstico foram subdivididas em exames específicos e agrupadas nas guias relacionadas aos hábitos de vida do paciente, ao exame com relação a dor, ao exame físico e ao exame neurológico.

A guia hábitos de vida ilustrada na Figura 21, compreende informações relacionadas aos hábitos de vida do paciente, como por exemplo, se leva uma vida sedentária, se pratica esporte, se o trabalho exercido é pesado, entre outros

Diagnostico	Probabilidade
Osteoartrite	1,90 %
Hérnia Discal	14,88 %
Espondilolistese	43,48 %
Artrite Reumatóide	2,57 %
Lombalgia Muscular	15,01 %
Espondilite Ancilozante	1,72 %
Outras	20,43 %

Figura 21. Tela referente aos hábitos de vida
Fonte: GOULARTE, F. (2002)

Na Figura 22 observa-se a guia que contém os dados relacionados a dor do paciente, podendo ser, aguda ou insidiosa, irradiada para a coxa ou para a perna, influenciada por condições climáticas, entre outras.

Diagnostico	Probabilidade
Osteoartrite	2,94 %
Hérnia Discal	24,64 %
Espondilolistese	4,63 %
Artrite Reumatóide	1,26 %
Lombalgia Muscular	1,77 %
Espondilite Ancilosante	0,31 %
Outras	64,44 %

Figura 22. Tela dos dados da anamnese
Fonte: GOULARTE, F. (2002)

Os exames físico e neurológico ilustrados na Figura 23 e na Figura 24, reúnem dados mais específicos sobre os sinais e sintomas das patologias. Seus respectivos dados também foram agrupados em guias distintas compreendendo informações do tipo, palpitação, contratura muscular, diminuição da força e diminuição da sensibilidade nos membros inferiores.

Diagnosticado	Probabilidade
Osteoartrite	14,60 %
Hérnia Discal	1,16 %
Espondilolistese	3,97 %
Artrite Reumatóide	4,83 %
Lombalgia Muscular	26,35 %
Espondilite Ancilosante	0,91 %
Outras	48,18 %

Figura 23. Guia dados do exame físico
Fonte: GOULARTE, F. (2002)

Diagnosticado	Probabilidade
Osteoartrite	1,94 %
Hérnia Discal	6,94 %
Espondilolistese	1,98 %
Artrite Reumatóide	1,20 %
Lombalgia Muscular	7,45 %
Espondilite Ancilosante	0,30 %
Outras	80,17 %

Figura 24. Guia dados do exame neurológico
Fonte: GOULARTE, F. (2002)

Conforme o usuário informa os dados ao sistema para estabelecer um diagnóstico, pode-se visualizar a qualquer instante como determinada evidência

influencia as demais existentes, pois na parte inferior de todas as guias existe um quadro contendo todas as hipóteses diagnósticas calculadas.

A guia dados do exame do paciente apresenta a opção de preenchimento seguindo uma orientação, botões de avançar e voltar, ou aleatoriedade proporcionada pelo componente em que as informações se encontram dispostas.

Mesmo um usuário que não tenha um conhecimento pré-existente sobre lombalgia, poderá utilizar o sistema e apreender com ele. Porém, para facilitar o entendimento do diagnóstico faz-se necessário um módulo de explicação¹¹, sendo que no SÉLO o diagnóstico é apresentado por percentuais de probabilidade conforme destaque da Figura 25.

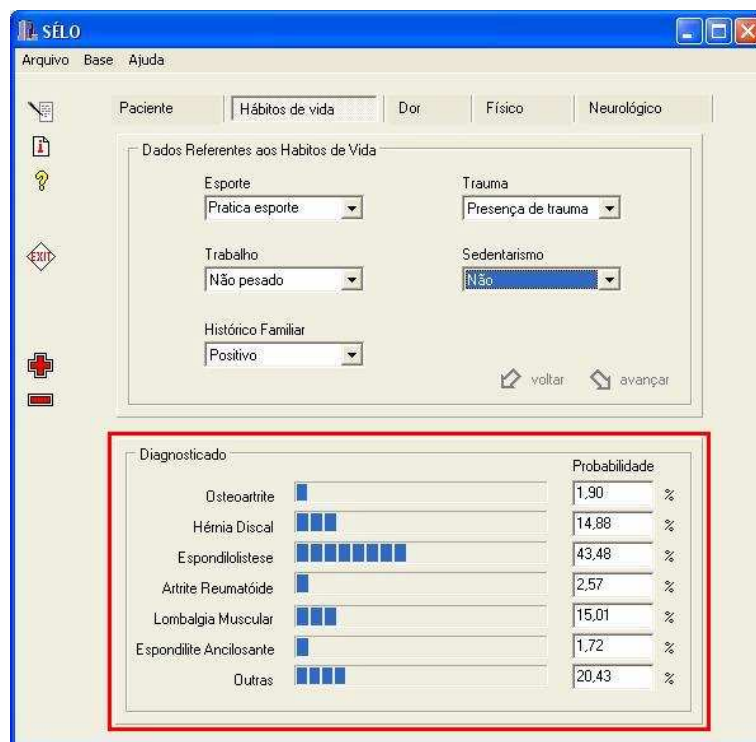


Figura 25. Diagnóstico
Fonte: GOULARTE, F. (2002)

Para agregar este recurso no SÉLO, esta pesquisa busca colaborar pelo desenvolvimento deste módulo de explicação que será apresentado no próximo item.

¹¹ Componente fundamental da arquitetura de qualquer sistema especialista. RUSSEL, NORVIG (2004).

5.3 MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DO MÓDULO DE EXPLICAÇÃO DO SÉLO

Em um SEP, o módulo de explicação é responsável pela tarefa de visualização dos valores pré-estabelecidos pelo usuário/acadêmico, que por meio da combinação de classificadores detalha o raciocínio seguindo para cada diagnóstico. Desta forma foi adicionado a estrutura do SÉLO um módulo de explicação, conforme ilustra a Figura 26.

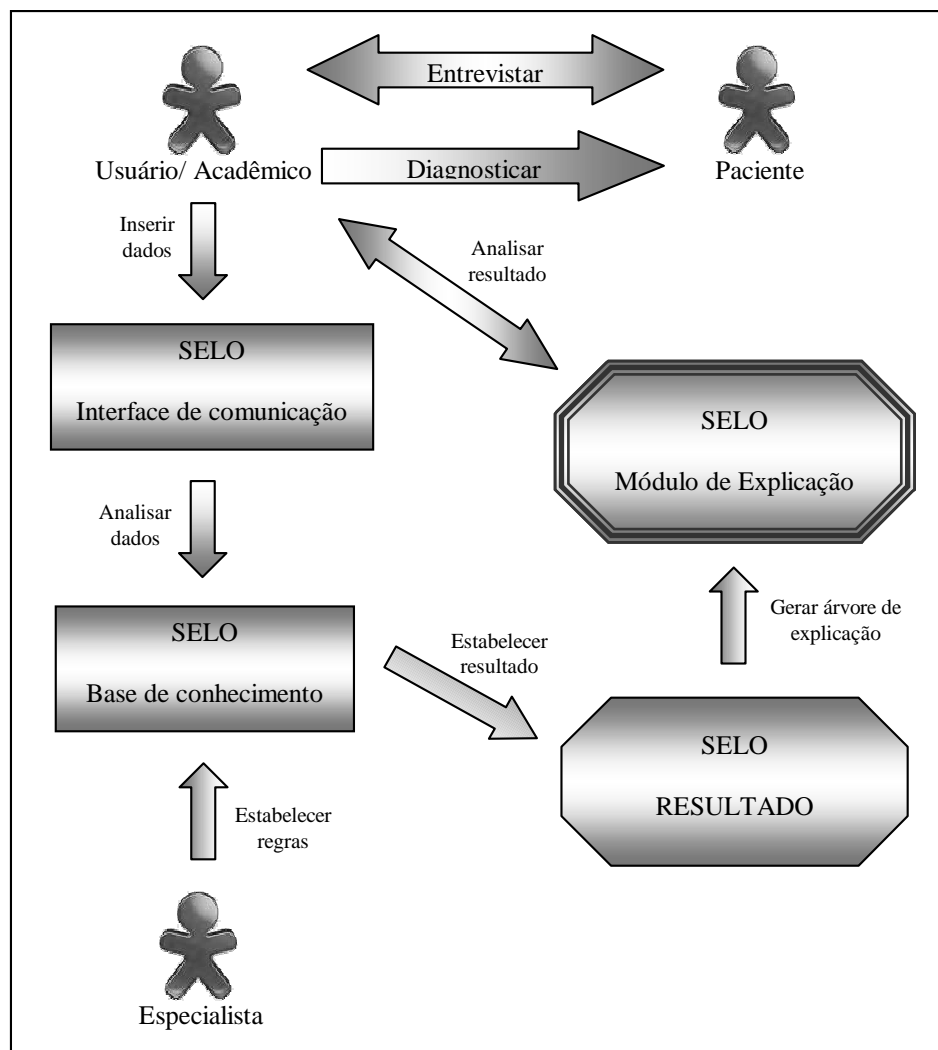


Figura 26. Estrutura do SÉLO com Módulo de Explicação

O módulo de explicação foi incluído ao SÉLO com a intenção de contribuir com seus usuários, proporcionando um modo de compreensão dos resultados estabelecidos pelo sistema. Assim, um dos procedimentos principais é a implementação de algoritmo de seleção de regras, que utiliza como entrada um conjunto de hipóteses constituídas por regras e um subconjunto de dados do domínio.

Conforme descrito no item anterior o SÉLO apresenta diversos campos relacionados ao diagnóstico, que foram agrupados em quatro guias, da seguinte maneira: exame com relação aos hábitos de vida do paciente, exame com relação à dor, exame físico e exame neurológico.

O módulo de explicação foi projetado e implementado mediante a inserção de mais uma guia para que o aluno possa visualizar melhor quais itens influenciaram no diagnóstico final, conforme mostra a Figura 27.

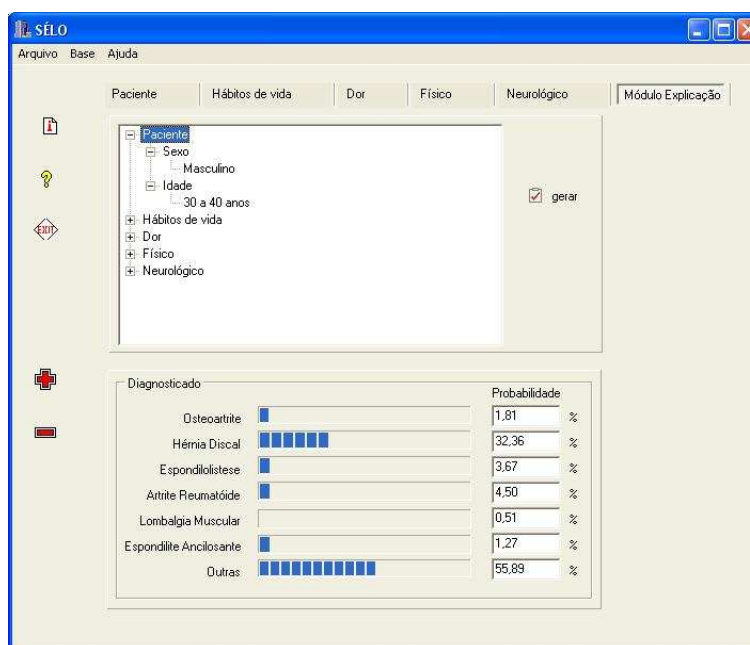


Figura 27. Guia Módulo de Explicação

O caminho percorrido, ou seja, os sinais/sintomas selecionados são exibidos em uma árvore que representa este conhecimento. A Figura 28 ilustra, a seguinte

seleção para a guia Hábito de Vida; Esporte: Pratica esporte, Trabalho: Trabalho pesado, Histórico Familiar: Positivo, Trauma: Presença de trauma e Sedentarismo: Não.

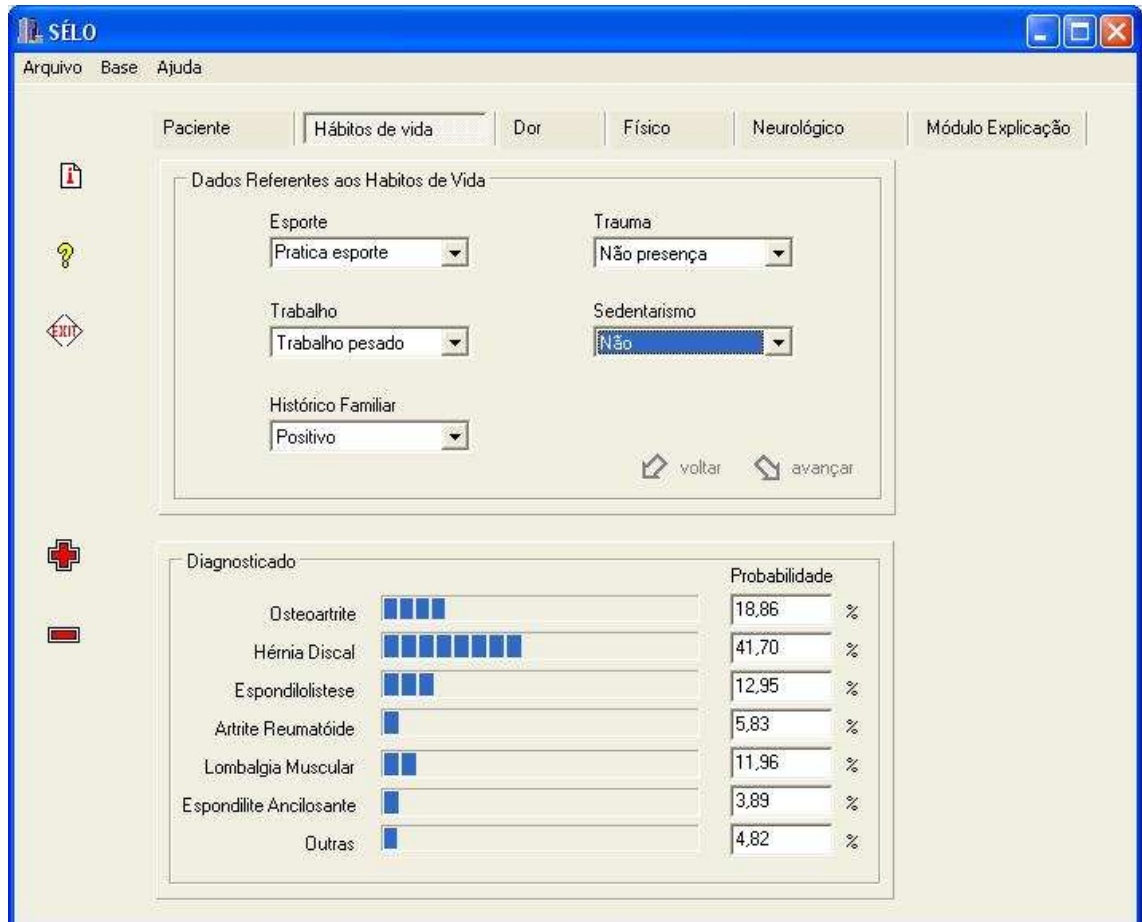


Figura 28. Guia Hábitos de vida

Observa-se que as Figuras 29 e 30 ilustram o módulo de explicação gerado como uma árvore de visualização dos valores pré-selecionados na consulta realizada no sistema, que demonstra o processo de decisão.

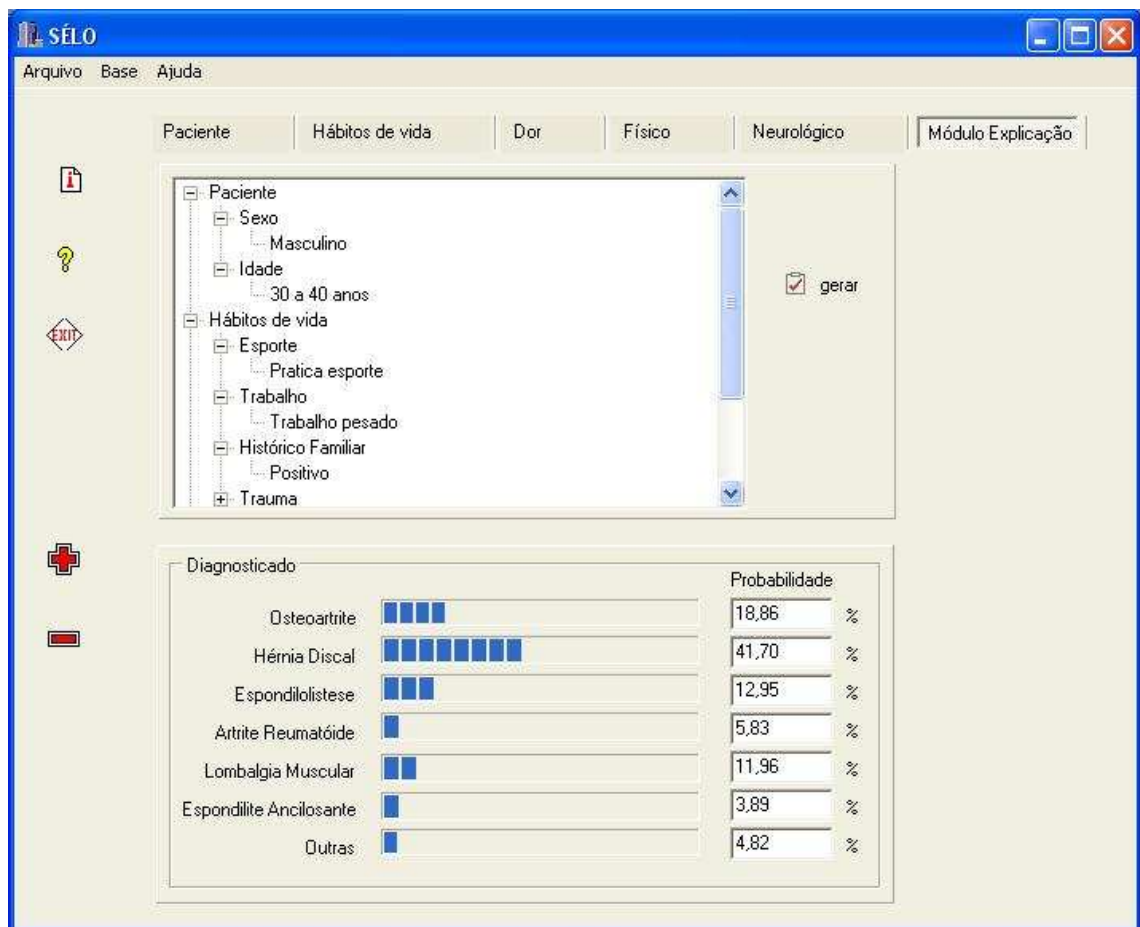


Figura 29. Árvore gerada no Módulo Explicação

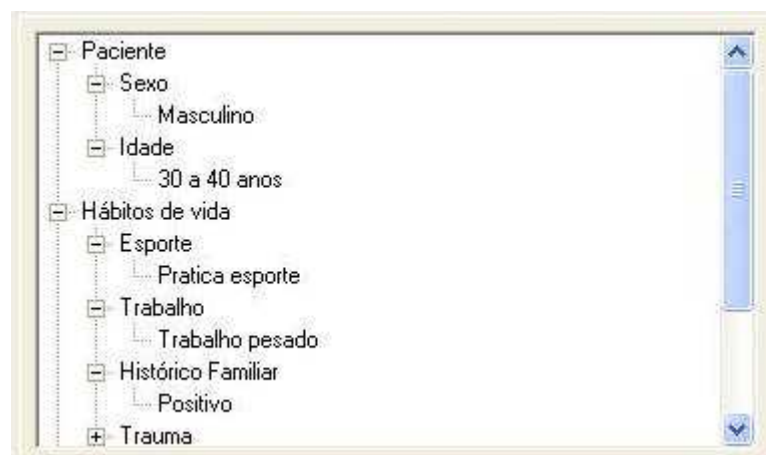


Figura 30. Destaque da árvore gerada no Módulo de Explicação

Com a inserção de nós e sub-nós na árvore de explicação é possível gerar uma representação hierárquica, conforme ilustra da Figura 30, podendo-se verificar que

Paciente é um nó com dois filhos, sexo e idade, sendo que o nó sexo recebe um valor que é determinado pela escolha do aluno durante a busca do conhecimento no SÉLO.

Definido e implementado o módulo de explicação, passou-se a estudar as ferramentas que possibilitariam a modelagem e implementação do agente assistente, conforme está descrito no próximo item.

5.4 ESTUDO DE FERRAMENTAS PARA MODELAGEM DE AGENTES

Nesta etapa do trabalho, foram estudadas algumas ferramentas pertinentes à modelagem de agentes assistentes.

Como essa abordagem é bastante recente nas pesquisas relacionadas a IA, no decorrer da pesquisa, encontrou-se poucas ferramentas a serem estudadas em específico que interagissem como ambiente C++ Builder onde foi desenvolvido o SÉLO.

Considerando-se a literatura estudada foram levantadas as ferramentas, *MS-Agent*, *Microsoft Agent Control* e TTS3000.

Observou-se pelos estudos dos trabalhos correlatos que uma das ferramentas mais usada é a *MS-Agent*. Porém, para sua utilização costuma-se empregar mais duas ferramentas, a *Microsoft Agent Control* que é uma tecnologia de *software* que proporciona uma forma avançada de interação com os usuários e o TTS3000 que é uma ferramenta que fornece suporte a fala do agente assistente, onde o programa faz a leitura do texto gerando som.

A descrição de funcionamento e instalação destas ferramentas encontra-se detalhadas no Apêndice B e C respectivamente. A Tabela 3, demonstra os objetivos e o site do fabricante dessas ferramentas.

Tabela 3. Ferramentas para modelagem Agente Assistente

Ferramenta	Objetivos	Site do fabricante
<i>Microsoft Agent Control</i>	Proporcionar a interação do sistema com o usuário	http://activex.microsoft.com/activex/controls/agent2/MSagent.exe
TTS3000	Dar suporte ao idioma falado pelo agente	http://www.microsoft.com/msagent/downloads/user.aspx

Dando seqüência ao desenvolvimento do trabalho, o próximo item descreve como foi realizada a modelagem do agente assistente.

5.5 MODELAGEM DO AGENTE ASSISTENTE

Esta etapa está relacionada a modelagem da arquitetura do agente assistente, que foi realizada por meio de entrevistas com o especialista do SÉLO em lombalgia. Inicialmente foram definidas as áreas do SÉLO que poderiam interagir com o agente assistente a partir das seleções feitas pelo usuário.

Após esta definição, foi realizada a classificação do agente conforme conceitos apresentados nesta pesquisa. Desta forma, conforme a definição de agentes, as classificações utilizadas para a modelagem do agente assistente foram:

- a) **tarefas** (que se refere ao tipo de atividade que o agente assistente irá desempenhar): Logo, optou-se pela tarefa de interação pois o agente apresenta interação entre o usuário e o ambiente;
- b) **ambientes** (se refere ao ambiente onde o agente assistente irá atuar): Neste caso optou-se pelo ambiente acessível, onde o agente consegue retirar do ambiente a informação (sinais e sintomas selecionados pelo usuário) que necessita para determinar a melhor ação;

- c) **taxonomia:** (se refere a classificação do agente assistente) Neste caso optou-se pelo eixo ambiental onde um agente individual pode atuar no *desktop*;
- d) **arquitetura:** (se refere as estruturas de suporte a suas ações) conforme as classificações descritas nessa pesquisa o agente assistente implementado se caracteriza por meio da arquitetura de reatividade simples, que seleciona as ações com base na percepção atual, ignorando o restante do histórico de percepções.

Para interação do usuário com o ambiente optou-se pela utilização de um objeto animado. Dentre muitos objetos disponíveis para *download* na *internet* procurou-se por um que representasse o domínio de aplicação dessa pesquisa. Assim encontrou-se o *skull* ou em português, esqueleto que pode ser associado a lombalgia que é uma morbidade da área de ortopedia.

Este personagem também denominado caracter encontra-se disponível para *download* no site <http://www.msagentring.org/chars.aspx?page=5> que oferece diversos objetos animados para a representação de agentes A Figura 31 ilustra o agente assistente Jack.



Figura 31. Caracter Jack

Esse caracter atua de acordo com as ações do usuário na interface do sistema. A Figura 32 ilustra sua estrutura de atuação no SÉLO.

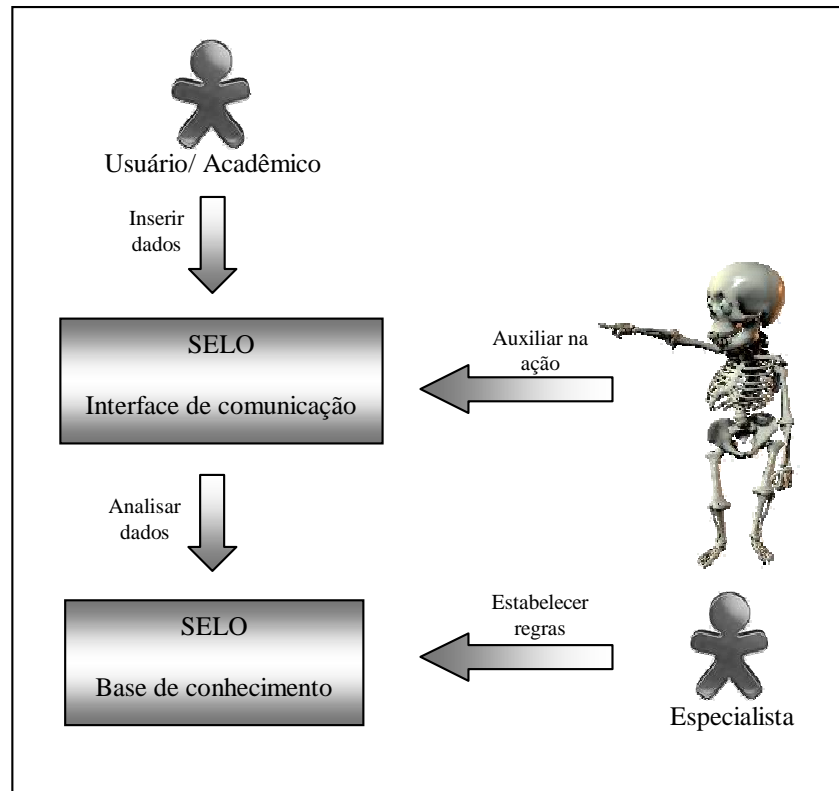


Figura 32. Estrutura de atuação do agente assistente

A estrutura de atuação do assistente Jack no SÉLO, funciona da seguinte forma. O Usuário/Acadêmico seleciona as opções disponíveis no prontuário eletrônico por meio da interface do sistema. O especialista definiu as regras nas quais o assistente Jack deverá agir. Se o Usuário/Acadêmico selecionar opções que sejam divergentes para o diagnóstico de lombalgia, o assistente Jack executa uma ação dando uma mensagem de alerta ao Usuário/Acadêmico, que por sua vez, terá a liberdade de optar por alterar ou não a seleção, dando continuidade ao preenchimento do prontuário.

Conforme reuniões com o especialista definiu-se que o agente assistente atuaria no SELO tratando inconsistências mais graves do processo de raciocínio do diagnóstico de lombalgia selecionadas pelo usuário. Por exemplo, na guia Dor, se o usuário selecionar para o campo Início a opção Aguda, e para o campo Quadro Álgico a

opção um mês a um ano, o agente indica um alerta discordando desta ação conforme Figura 33, pois estas opções não são equivalentes, causando uma inconsistência grave no diagnóstico de lombalgia.

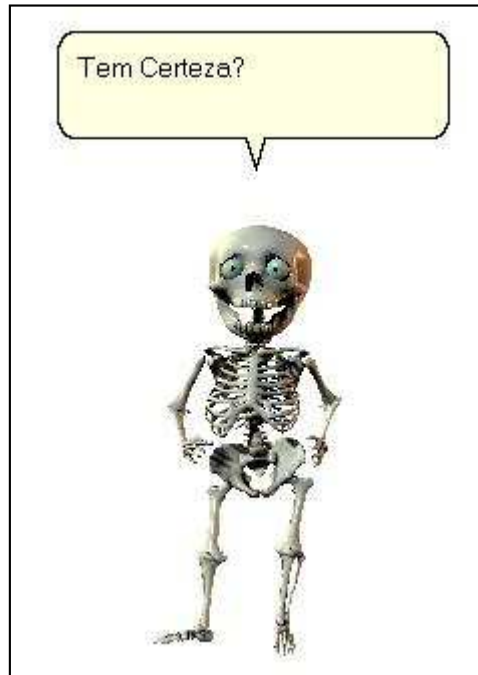


Figura 33. Alerta

Assim, para monitorar as ações incorretas do usuário, foram definidas as regras em conjunto com o especialista que representam as percepções e reações do agente, conforme ilustra a Figura 34.

SE Início da dor selecionada for igual aguda e Quadro Álgico selecionado for igual a um mês a um ano ENTÃO Agente (Crítica Seleção).
SE Início da Dor selecionada for igual Crônica e Quadro Álgico selecionado for igual a quatro semanas ENTÃO Agente (Crítica Seleção).
SE Dor Irrradiada selecionada for igual Para a Coxa e Parestesia selecionado for igual a sim ENTÃO Agente (Crítica Seleção).
SE Dor Irrradiada selecionada for igual Para a Perna e Parestesia selecionado for igual a não ENTÃO Agente (Crítica Seleção).
SE Dor Irrradiada selecionada for igual Para a Coxa e Défict Sensitivo Selecionado for igual a positivo ENTÃO Agente (Crítica Seleção)
SE Dor Irrradiada selecionada for igual Para a Perna e Défict Sensitivo Selecionado for igual a negativo ENTÃO Agente (Crítica Seleção)
SE Dor Irrradiada selecionada for igual Para a Coxa e Diminuição da Sensibilidade Selecionado for igual a sim ENTÃO Agente (Crítica Seleção)
SE Dor Irrradiada selecionada for igual Para a Perna e Diminuição da Sensibilidade Selecionado for igual a não ENTÃO Agente (Crítica Seleção)
SE Parestesia selecionada for igual a sim e Défict Sensitivo Selecionado for igual a negativo ENTÃO Agente (Crítica Seleção)
SE Parestesia selecionada for igual a Não e Défict Sensitivo Selecionado for igual a Positivo ENTÃO Agente (Crítica Seleção)
SE Reflexo selecionada for igual a Sim e Diminuição da Sensibilidade Selecionado for igual a não ENTÃO Agente (Crítica Seleção)
SE Reflexo selecionada for igual a Não e Diminuição da Sensibilidade Selecionado for igual a sim ENTÃO Agente (Crítica Seleção)

Figura 34. Regras

Desta forma o agente assistente tem condições de apresentar dois planos, sendo um referente a reação quando a seleção ocasionar uma inconsistência, e outro sem reação quando a seleção estiver correta, capacitando ao assistente a possibilidade de reapresentar ou omitir o caracter Jack .

Definido o caracter (personagem) e as regras, a modelagem foi finalizada passando-se para a implementação do agente assistente no SELO, assunto abordado no próximo tópico.

5.6 IMPLEMENTAÇÃO DO AGENTE ASSISTENTE JACK

Com a conclusão da etapa de modelagem do agente, iniciou-se sua implementação. Destaca-se que foi necessária a utilização de mais de uma ferramenta, sendo que cada uma é responsável por um seguimento de implantação, e que a junção de seus recursos possibilitou a integração do Jack com o SÉLO.

As ferramentas utilizadas foram o *Microsoft Agent* e o TTS 3000 que se encontram detalhadas no Apêndice B e C, respectivamente. A implementação do agente se deu mediante as regras definidas junto ao especialista e descritas no item anterior.

O agente foi implementado inicialmente pela ferramenta *MSAgent* que interagem com o C++ *Builder* e permite representar suas ações de modo textual para que as ações do agente possam oferecer o recurso de som foi utilizada a ferramenta TTS3000 que interage diretamente com o *MSAgent*, conforme ilustra a Figura 35.

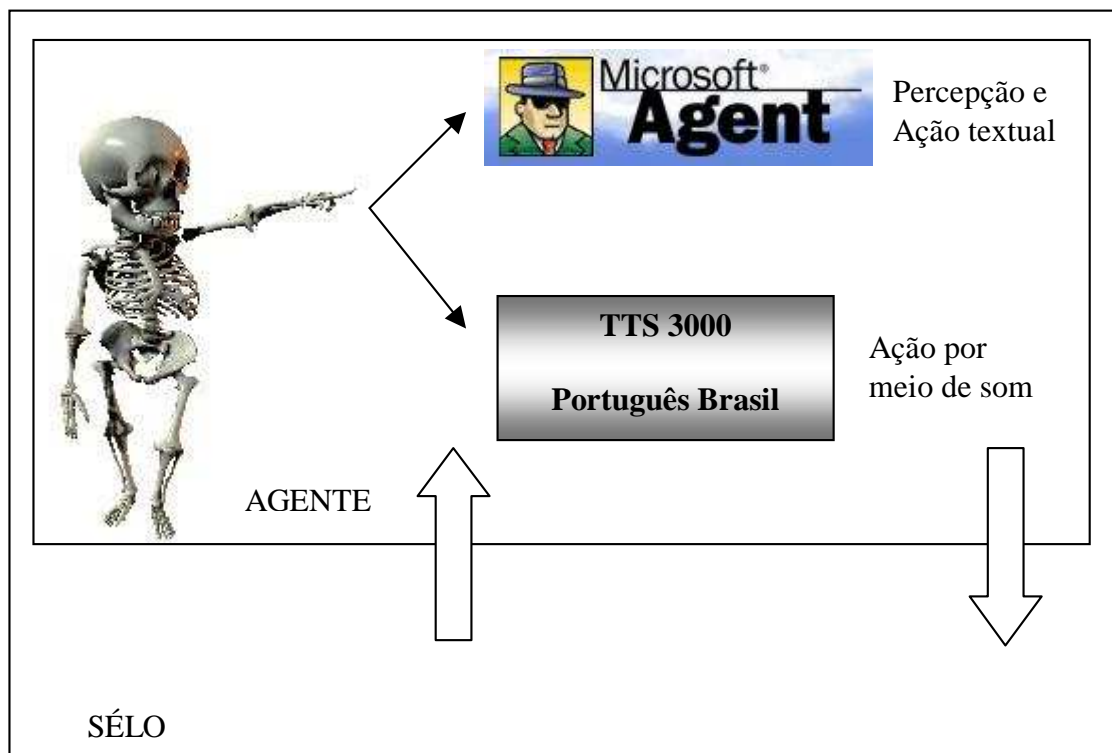


Figura 35. Interação SÉLO Agente

Ao iniciar o sistema, o agente é inicializado por meio da chamada de função *Show* no C++ Builder conforme demonstrado no código da Figura 36.

```
hRes = pCharacterEx->Show(FALSE, &lRequestID);
```

Figura 36. Código de Inicialização do Jack

A definição da posição em que o agente é disposto é previamente estabelecida conforme ilustra a Figura 37.

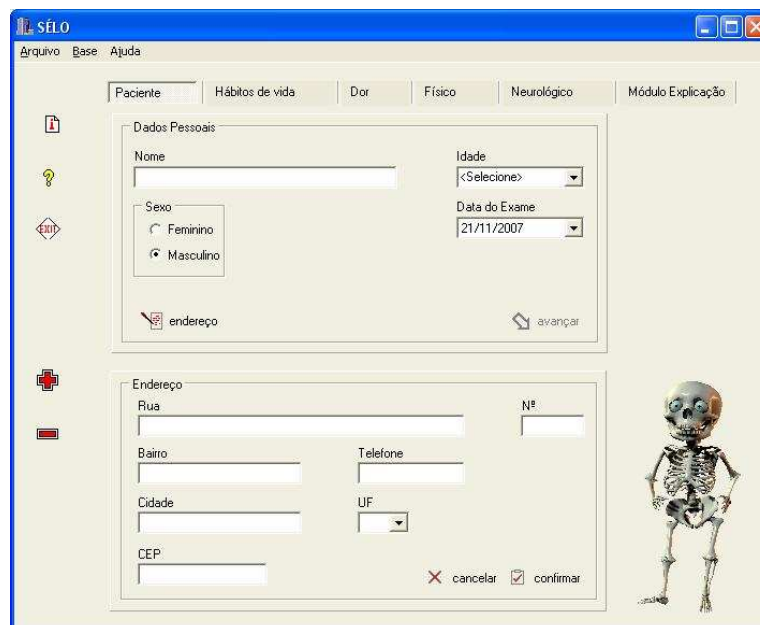


Figura 37. Inicialização do Jack

O agente então dá as boas vindas ao usuário do programa por meio do código ilustrado abaixo na Figura 38

```
Código hRes = pCharacterEx->Speak(StringToOleStr("Sejam Bem-vindos  
ao programa SÉLO"), NULL, &lRequestID);
```

Figura 38. Código de Boas Vindas

Essa chamada resulta em um balão que exibe o texto “Sejam Bem Vindos ao programa SÉLO” sendo que o agente emite o som do falado do texto a medida que cada palavra é escrita, conforme ilustra a Figura 39.



Figura 39. Saudação

A forma de interação entre o Jack e o ambiente se dá perante a colocação de sensores (regras pré-estabelecidas), que percebem as ações do usuário na interface gráfica, que geram as ações de crítica pelo assistente no SELO chamando a atenção do aluno.

Por exemplo se o aluno selecionar primeiramente dor aguda conforme ilustra a Figura 40, neste caso nenhuma ação será tomada pelo agente, visto que somente quando pelo menos duas condições de incoerência forem satisfeitas a ação será realizada.



Figura 40. Atuador Início da Dor

O aluno então continua preenchendo os dados do paciente, e ao informar para o quadro álgico, o período de um mês a um ano, ilustrado na Figura 41, disparada a regra ilustrada na Figura 42 representando uma inconsistência definida pelo especialista.

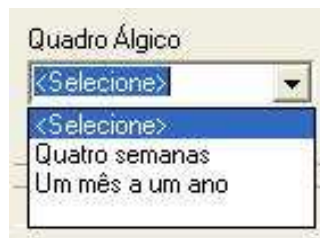


Figura 41. Atuador Quadro Algico

SE Início da dor selecionada for igual aguda e **Quadro Álgico** selecionado for igual de um mês a um ano **ENTÃO** Agente (Critica Seleção).

Figura 42. Regra 1.

Essa regra apresenta no agente a utilização de dois sensores um referente ao início da dor e outro referente ao quadro algico, conforme ilustrado nas Figuras 43 e 44.

Se (Neste Atuador denominado Início da Dor Sua Seleção **for Igual** de Dor aguda)
Então Faça
 Jack Analisa período de um mês a um ano

Figura 43. Pseudocódigo Início da Dor

Pode-se optar por um pelo segundo sensor desta referida regra, conforme podemos observar no pseudocódigo da Figura 44.

Se (Neste Atuador denominado Quadro Algico Sua Seleção **for Igual** de Um mês a um ano)

Então Faça

Jack Analisa período de um mês a um ano

Figura 44. Pseudocódigo Quadro Algico

Seguindo a mesma linha de raciocínio a Figura 45 ilustra a percepção da inconsistência apresentada, resultando na ação a ser realizada pelo agente.

Se início da dor **for igual** a (Aguda) **e Se** Quadro Algico Selecionado **for igual** (Um Mês a um Ano) **então** Agente Critica a ação.

Figura 45. Pseudocódigo Tomada de Decisão

Ao analisar a primeira condição onde diz (**SE Início da dor** selecionada for igual aguda) então observa o valor atribuído a esta condição dor e toma por verdadeira a primeira parte da sentença neste íterim passa a análise da segunda condição (**Quadro Algico** selecionado for igual de um mês a um ano) ao se deparar com o valor residente na variável condizente com quadro algico validando a segunda condição e passa para a próxima etapa do processo, que se refere à tomada de decisão.

Após verificar a regra acima como verdadeira o agente toma sua ação, destacando-se que a forma escolhida para interagir com o usuário foi definida juntamente com a colaboração do especialista, visando agir de forma apropriada e coerente segundo as necessidades e expectativas dos usuários do *software*.

Neste projeto de pesquisa optou-se por uma ação composta por dois segmentos, no primeiro o Jack declina e faz um sinal de negação com o indicador da mão direita conforme pode ser visto na Figura 46.



Figura 46. Sinal de Negação

No segundo, o agente volta a posição inicial e um balão também é exibido com o seguinte questionamento “Tem Certeza?”, e durante o processo de escrita o texto é sonorizado pelas caixas de som do computador, conforme ilustra a Figura 47.

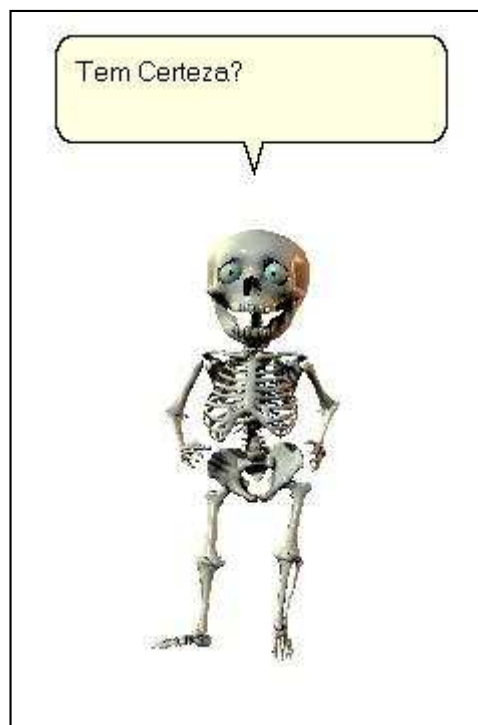


Figura 47. Indagação

Além do questionamento o agente Jack abre o módulo de ajuda, propiciando uma interação com o aluno disponibilizando uma valiosa ferramenta de auxílio no processo de ensino, conforme ilustra a Figura 48.

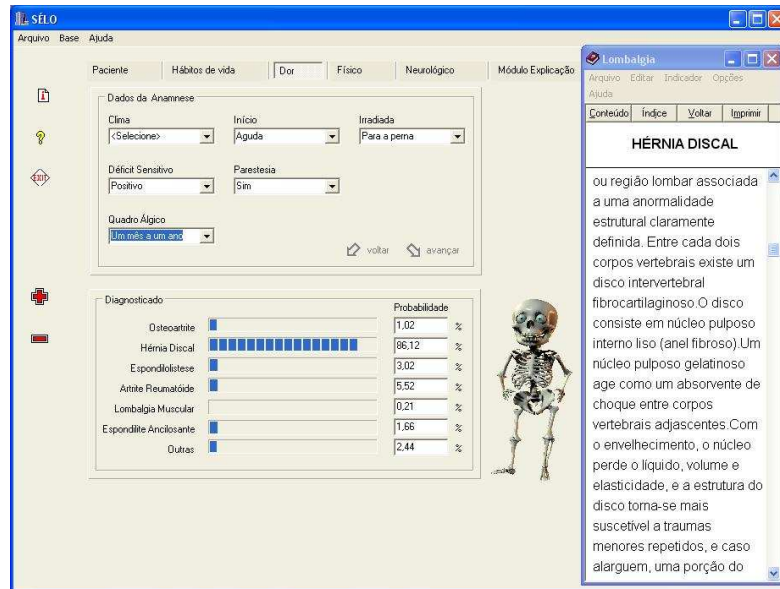


Figura 48. Interação com Módulo de Ajuda

Em relação a demais regras salienta-se que é de igual proceder sem exceção. No entanto, o agente Jack realiza ações involuntárias como alongamento de pescoço, coçando a perna, colocando e retirando óculos e até bocejando ou dormindo quando fica muito tempo ocioso. Assim, A Figura 49 ilustra o agente desempenhando a animação de dormir.



Figura 49. Jack Dormindo

Tendo-se concluída a implementação do agente Jack no SÉLO, essa pesquisa foi concluída com a fase de testes.

5.7 REALIZAÇÃO DE TESTES

Após concluída a implementação e integração do módulo de explicação e do agente assistente Jack ao SELO, foram realizados testes para verificar se o mesmo está tendo um retorno satisfatório de acordo com o especialista do domínio de aplicação, possibilitando assim a correção de possíveis falhas.

De acordo com o especialista Robson Luiz, o módulo de explicação demonstra a árvore de conhecimento com todas as seleções inseridas pelo usuário, facilitando assim o entendimento do diagnóstico. Com relação ao agente assistente Jack, o mesmo está funcionando da forma esperada pelo especialista realizando suas ações de acordo com as regras pré-estabelecidas.

5.8 RESULTADOS OBTIDOS

A pesquisa teve seus principais objetivos atingidos sendo que os mesmos constituem-se no desenvolvimento de um módulo de explicação e de um agente assistente que foram integrados ao sistema SÉLO.

O objetivo do módulo de explicação era facilitar o entendimento do diagnóstico. E o objetivo do agente assistente era interagir com o usuário disponibilizando advertências modeladas a partir de um especialista, conduzindo-o a uma utilização mais eficaz em relação ao preenchimento do prontuário eletrônico.

O desenvolvimento desta aplicação experimental demonstrou um certo grau de complexidade, tornando por necessidade a pesquisa e por resultado o conhecimento que leva a crer em infinitas possibilidades no meio acadêmico e científico.

CONCLUSÃO

A produção de ferramentas e ambientes para apoiar a aprendizagem tem mostrado a preocupação com a adoção de tecnologias que favoreçam a construção do conhecimento. No contexto dos ambientes desktop, algumas iniciativas têm buscado, de forma independente, desenvolver ferramentas baseadas em sistemas cognitivos e reativos com o objetivo de gerenciar e apoiar estudantes e professores de forma dinâmica e prazerosa.

Com o intuito de alcançar os objetivos traçados para esta pesquisa, procurou-se seguir de forma ordenada sua metodologia. Contudo, no decorrer do desenvolvimento encontrou-se diversas dificuldades que exigiram paciência e determinação para que fossem superadas. Por se tratar de uma pesquisa com poucas referências clássicas, a cada etapa, o conhecimento acerca do assunto tornava-se cada vez mais desafiador. Em contrapartida a cada conquista alcançada obtinha-se entusiasmo para seguir em frente.

O estudo direcionado às tecnologias que envolvem agentes assistentes proporcionou o aprimoramento de alguns conhecimentos adquiridos no decorrer do curso e também agregou novos conhecimentos.

A pesquisa teve seus principais objetivos atingidos sendo que os mesmo constituem-se no desenvolvimento de um módulo de explicação e de um agente assistente que foram integrados ao sistema SÉLO.

Porém, como o sistema SÉLO não possui um banco de dados para guardar as informações inseridas, o agente assistente Jack proporciona uma pequena interação com o usuário. Ainda assim, esta pesquisa se mostrou de grande valia, pois deixa como contribuição os primeiros passos e as principais dificuldades encontradas, que poderão servir como base para outras pesquisas que envolvam as mesmas tecnologias.

O agente assistente resultante dessa pesquisa interage com o usuário disponibilizando advertências modeladas a partir de um especialista, conduzindo-o a uma utilização mais eficaz em relação ao preenchimento do prontuário eletrônico.

Nesse sentido, pôde-se compreender o processo de desenvolvimento de agentes inteligentes, entender o processo de concepção dos agentes assistentes e o sistema de diagnóstico de lombalgia SÉLO, além de compreender os conteúdos de lombalgia apresentados no módulo de ajuda do SÉLO.

Por meio do desenvolvimento dessa pesquisa, foi oferecido um mecanismo de interação do módulo de ajuda com o aluno no processo de busca de conhecimento sobre lombalgia no SÉLO;

Pode-se concluir ainda que o agente inteligente assistente foi desenvolvido e conforme opinião do especialista facilita a aquisição do conhecimento de lombalgia na utilização do SÉLO;

Observa-se ainda conforme opinião do especialista que o mecanismo de explicação disponibilizado com base no Sistema Especialista SÉLO, auxilia de fato o entendimento do diagnóstico.

Assim, para dar continuidade a esta pesquisa sugere-se para trabalhos futuros:

- a) a validação do sistema, relacionado aos sinais e sintomas de lombalgia;
- b) a criação de um banco de dados para que as fichas de anamnese fiquem armazenadas e sirvam de base nos diagnósticos;
- c) o aprimoramento de atuação do agente assistente Jack no sistema SÉLO;
- d) a migração do ambiente de desenvolvimento de C++ Builder para o ambiente multi plataforma Java.

Diante disso, pode-se dizer que esta pesquisa tende a se expandir e a continuar contribuindo para o conhecimento de agentes assistentes.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Andréa Corrêa Flôres; BARBOSA, Rosana Noronha. **Agentes Móveis: Nova Tecnologia para Gerência de Redes**. Universidade do Amazonas. Manaus, 1999.
- BARRETO, Jorge M. **Inteligência Artificial no limiar do século XXI**. Florianópolis: Duplic, 2001.
- BERBEL, Neusi N. **Problematization and Problem-Based Learning**: different words or different ways? *Interface — Comunicação, Saúde, Educação*, v.2, n.2, 1998.
- BITTENCOURT, Guilherme. **Inteligência Artificial**: ferramentas e teorias. Florianópolis: UFSC, 2001.
- CERON, Rafael F. **Kurrapako**: Um Agente Animado Sócio-Afetivo para Ambientes de Aprendizagem. Trabalho de Conclusão de Curso – UCS. Caxias do Sul, 2001.
- COELHO, Helder; LADEIRA, Marcelo; VICARI, Rosa Maria. **Redes Bayesianas Multiagentes**. In: Encontro Nacional de Inteligência Artificial, Rio de Janeiro, 1999.
- COSTA, Ernesto; SIMÕES, Anabela. **Inteligência Artificial**: fundamentos e aplicações. Lisboa: FCA, 2004.
- COWELL, Robert G. et al. **Probabilistic networks and expert systems**. New York: Springer, 1999.
- FERNANDES, Anita M. R. **Inteligência artificial**: noções gerais. Florianópolis: Visual Books, 2003
- GENNARI, Maria C. **Mini Dicionário de Informática**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 1999.
- GIRAFFA, L. M. M.; VICCARI R. M. **The Use of Agent Techniques on Intelligent Tutoring Systems**. In: 18th International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC). Antofagasta, Chile, 1998.
- GOULARTE, Fábio B. **SÉLO Sistema Especialista Probabilístico de apoio ao ensino do diagnóstico etiológico de lombalgia**. Trabalho de Conclusão do Curso de Ciência da Computação - UNESC. Criciúma, 2002.
- HUDSON, Donna L.; COHEN, Maurice E. **Neural networks and artificial interlligence for biomedical enginnering**. New York: IEEE, 1999
- KOMOSINSKI, Leandro J. **Um Novo Significado para a Educação Tecnológica fundamentado na Informática como artefato Mediador da Aprendizagem**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

- LUGER, George F. **Inteligência Artificial**: estruturas e estratégias para a resolução de problemas complexos. Porto Alegre: Bookmann, 2004.
- LUNA, José Eduardo Ochoa. **Algoritmos EM para aprendizagem de redes bayesianas a partir de dados incompletos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2004.
- LUZZI, Fábio et al. **Assistente inteligente para suporte ao ensino de química orgânica**. In: IV Congresso RIBIE. Brasília, 1998.
- MELO, Cláudia B. et al. **Sistema Educacional e Médico (SEMedicOn)**: uma ferramenta híbrida para auxiliar pacientes, médicos e estudantes da saúde. In: IV WIM – Workshop de Informática Médica de Brasília. Brasília, 2004.
- MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie Fortes Salzano. **Aprendizagem significativa a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- NASSAR, Silvia Modesto. **Tratamento de incerteza**: sistemas especialistas probabilísticos. Florianópolis, 2005. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~silvia>. Acesso em: 10 Outubro 2006.
- NUNES, Maria Augusta Silveira Netto. **Modelagem de um Agente Cognitivo em um Ambiente de Simulação Utilizando uma Arquitetura Híbrida de Sistema Multiagente**. Porto Alegre: PPGC-UFRGS – Dissertação de Mestrado, 1998.
- OLDINI, Alisson et al. Desenvolvimento de um Agente Pedagógico Inteligente para um Sistema Tutor na área da Saúde. Trabalho de Conclusão de Curso de Ciência da Computação – UFSC. Florianópolis, 2006.
- PALMA NETO, Luiz Garcia; NICOLETTI, Maria do Carmo. **Introdução às redes neurais construtivas**. São Carlo, SP: EDUFSCAR, 2005.
- PAN, H. McMichael. **Fuzzy causal probabilistic network: a new ideal and practical inference engine**. In: Fisrt International Conference on Multisource-Multisensor Data Fusion, 1998.
- PIAGET, Jean. **Psicologia e Pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense, 1976.
- POZZEBON, E; BARRETO, J. **Inteligência artificial no ensino com tutores inteligentes**. Revista de divulgação científica e cultural, Ed. UNIPLAC, Dezembro/2002.
- POZO, Aurora R. et al. **Um Sistema de Ensino Inteligente para o Diagnóstico Médico**. In: IV Congresso RIBIE. Brasília, 1998.
- RABUSKE, Renato A. **Inteligência Artificial**. Florianópolis: UFSC, 1995.
- REZENDE, Solange O. **Sistemas Inteligentes**: Fundamentos e aplicações. São Paulo: Manole, 2005.

RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. **Inteligência artificial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

SCUSSEL, Telma. **Base de Conhecimento para um Sistema Especialista Probabilístico de Apoio ao Diagnóstico Etiológico da Lombalgia**. Trabalho de Conclusão de curso UNESC. Criciúma, 2001.

SKINNER, B. F. **Ciência e comportamento humano**. 10 ed. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 2000.

SOUZA JUNIOR, Osmar. **Sistema Inteligente para Ensino de Histologia Bucal**. Trabalho de Conclusão de Curso de Ciência da Computação – UNIVALI. Itajaí, 2005.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

ALMEIDA, Fernando José de. **Educação e informática**. São Paulo: Cortez, 1987.

ARARIBOIA, G. **Inteligência artificial: um curso prático**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 282.

BARKER, L. Randol et al **Princípios de Medicina Ambulatorial**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

BOCCA, Everton; JAQUES, Patrícia; VICARI, Rosa. **Modelagem e Implementação da Interface para Apresentação de Comportamentos Animados e Emotivos de um Agente Pedagógico Animado**. Revista Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre, set. 2003.

BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **UML: Guia do Usuário**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

FARACO, R. A. **Uma arquitetura de agentes para negociação dentro do domínio do comércio eletrônico**. Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

GOMES, Eduardo Rodrigues. **Objetos Inteligentes de Aprendizagem: uma abordagem baseada em agentes para objetos de aprendizagem**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2005.

HARMON, Paul; KING, David. **Sistemas Especialistas**. Rio de Janeiro: Campus, 1988.

JAQUES, P.; Oliveira F. **Um Experimento com Agentes de Software para Monitorar a Colaboração em Aulas Virtuais**. Workshop de Informática na Escola, 2000.

JOHNSON, Lewis; RICKEL, Jeff; LESTER, James. **Agentes pedagógicos animados: Uma interação frente-a-frente em ambientes interativos de ensino-aprendizagem**. International Journal of Artificial Intelligence in Education. Disponível em: <http://www.csc.ncsu.edu/eos/users/l/lesterlwww/imedia/apajaiied-2000.html>. Acesso em: 28 Outubro 2006.

LÉVY, Pierre. **As Tecnologias da Inteligência**. 34 ed. Rio de Janeiro: 1993.

LOLLINI, Paolo. **Didática e computador: quando e como a informática na escola**. São Paulo: Loyola, 1991.

LUCAS, Joel Pinho; WILGES, Beatriz; SALOMÃO, Samuel Elias da Silva; SILVEIRA, Ricardo Azambuja. **Proposta de um Agente Pedagógico Animado Inserido no Ambiente Teleduc com uma Ferramenta Tutora**. Renote Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 1-9, 2004.

LUCEMA, Carlos José Pereira de. **Sociedade da Informação: Ciência e Tecnologia para a Construção da Sociedade da Informação no Brasil**. CNPq/IBICT, 2000.

MATUI, Jiron. **Construtivismo: teoria construtivista sócio-histórica aplicada ao ensino**. São Paulo: Moderna, 1995.

PROCHNOW, Anderson Cristiano. **Estudo da Comunicação entre Agentes em um ambiente multiagente interativo de aprendizagem** – Projeto AMIA. Canoas: ULBRA, 2003.

SEEWALD, Henrique Smidt. **Estudo e definição dos critérios para construção de um agente formador de grupos colaborativos** – Projeto AMIA. Canoas: ULBRA, 2004.

SOUTO, Maria Aparecida Martins. **Diagnóstico *on-line* do Estilo Cognitivo de Aprendizagem do Aluno em um Ambiente Adaptativo de Ensino e Aprendizagem na Web**: uma Abordagem empírica baseada na sua Trajetória de Aprendizagem. Tese de doutorado em Ciência da Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

WILGES, Beatriz; LUCAS, Joel P.; SILVEIRA, Ricardo A. **Um Agente Pedagógico Animado Integrado a um Ambiente de Ensino a Distância**. III Ciclo de Palestras Sobre Novas Tecnologias na Educação, v. 2, 2004.

WHITBY, Blay. **Inteligência artificial** : um guia para iniciantes. São Paulo: Madras, 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE A - APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Com o surgimento de novos métodos de ensino, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) vem crescendo e tomando seu lugar em algumas Universidades do país. Desta forma, algumas universidades que preparam profissionais para a área da saúde vêm surpreendendo na educação com inovações importantes na maneira de pensar, organizar e desenvolver seus cursos.

Inspiradas em exemplos de experiências de mais de 30 anos realizadas no Canadá e na Holanda, e também por recomendação das sociedades das escolas médicas para países da África, Ásia e América Latina, vários cursos de medicina no Brasil vêm buscando adotar a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ou *Problem Based Learning* (PBL) em seus currículos (BERBEL, 1998).

De acordo Froes (2006) o método de ensino ABP é o eixo principal do aprendizado teórico do currículo de algumas escolas de Medicina, cuja filosofia de ensino é o aprendizado direcionado no aluno. Esse método é fundamentado no estudo de problemas propostos com a finalidade de fazer com que o aluno estude determinados conteúdos. Embora não constitua a única prática de ensino, prevalece para o aprendizado de conteúdos cognitivos e integração de disciplinas. Esta metodologia é formativa à medida que estimula uma atitude ativa do aluno em busca do conhecimento e não meramente informativa como é o caso da prática de ensino tradicional.

Mais do que um método, o ABP configura-se como uma estratégia educacional e uma filosofia curricular, idealizando um processo de aprendizagem onde acadêmicos auto dirigidos constroem ativamente seu conhecimento. Partindo de problemas e trabalhando de maneira colaborativa, os educadores aprendem de forma

contextualizada, estabelecem seus próprios objetivos de aprendizagem e apropriam-se de um saber que adquire um significado pessoal (MAMED, et all 2001).

CARACTERÍSTICAS DO ABP

A partir de definições importantes relacionadas às finalidades do currículo do curso, deve-se elencar as situações que o aluno deverá saber/dominar. Esta lista é analisada, situação por situação para que se determine que conhecimentos o aluno deverá assimilar para cada uma delas, e deve constituir os temas de estudo, logo, cada tema será transformado em um problema para ser discutido em um grupo tutorial, quando se tratar de um tema que diga respeito à esfera cognitiva (MAMEDE, et all 2001).

Paralelamente aos problemas, são organizadas situações para treinamento de habilidades psicomotoras, assim como estágios de várias complexidades, principalmente nos dois últimos anos de estudos. O domínio cognitivo do currículo ABP deve garantir que o aluno estude situações suficientes para se capacitar a procurar o conhecimento por si mesmo quando se deparar com uma situação problema ou um caso clínico (FROES, 2006).

De acordo com Berbel (1998) esta metodologia de resolução de problemas em grupos tutoriais é seguida em sete passos:

- a) leitura do problema, identificação e esclarecimento de termos desconhecidos;
- b) identificação dos problemas propostos pelo enunciado;

- c) formulação de hipóteses explicativas para os problemas identificados no passo anterior (os alunos se utilizam nesta fase dos conhecimentos de que dispõem sobre o assunto);
- d) resumo das hipóteses;
- e) formulação dos objetivos de aprendizado (trata-se da identificação do que o aluno deverá estudar para aprofundar os conhecimentos incompletos formulados nas hipóteses explicativas);
- f) estudo individual dos assuntos levantados nos objetivos de aprendizado;
- g) retorno ao grupo tutorial para rediscussão do problema frente aos novos conhecimentos adquiridos na fase de estudo anterior.

Uma carga horária é prevista para o estudo de cada problema e o grupo deve organizar-se para cumprir os sete passos acima descritos dentro desse tempo.

As avaliações no método de ensino ABP podem ser diversificadas, sendo avaliações previstas por módulos, avaliação progressiva dos conhecimentos dos alunos, avaliação das habilidades esperadas em cada série e avaliações informais, em que se observam as atitudes dos alunos (MAMEDE, et all 2001).

Assim, viu-se que o ABP destaca o uso de uma situação contextualizada e dirigida para o aprendizado, promove o desenvolvimento da habilidade de trabalhar em grupo, e também estimula o estudo individual, de acordo com os interesses e o ritmo de cada aluno. O aprendizado passa a ser centrado no aluno, que sai do papel de receptor passivo, para o de agente e principal responsável pelo seu aprendizado.

A partir deste aprendizado o próximo passo, passa a ser como deve ser feita a avaliação do aluno neste tipo de ensino. Desta forma, o tópico a seguir aborda os princípios da avaliação de estudantes no método ABP.

PRINCÍPIOS DA AVALIAÇÃO DE ESTUDANTES

O processo de avaliação do aprendizado é a chave para o sucesso de um programa de ensino baseado em problemas. Para a montagem da estrutura de um curso deste porte, se faz necessário um esforço muito grande, desde a definição de seus objetivos de aprendizagem, métodos, cronograma e as estratégias de avaliação.

Partindo deste pressuposto, algumas diretrizes são propostas, permitindo efetivamente determinar a natureza e a extensão do desenvolvimento do estudante durante e após o seu aprendizado. Segundo Mamede et al (2001), estas diretrizes podem ser consideradas genéricas, sendo que as mesmas não aplicam exclusivamente a aprendizagem baseada em problemas, como se pode verificar no parágrafo a seguir.

A priori, o principal objetivo da avaliação é melhorar a aprendizagem do estudante. Desta forma, são incluídas nos programas, atividades de avaliação cognitiva, de habilidades e de atitudes, no intuito de aprimorar o processo de aprendizagem dos alunos.

O sistema de avaliação deve oferecer total suporte aos processos de ensino-aprendizagem, trazendo informações valiosas sobre a condução da instrução, a relevância do conteúdo, o ritmo das atividades, o nível dos alunos e conseqüentemente, a qualidade do produto da educação.

O sistema de avaliação deverá ser justo com todos os estudantes, buscando não limitar suas oportunidades presentes e futuras. Uma das formas de garantir atributos justos é a utilização de vários métodos de avaliação que ofereçam ao estudante a oportunidade de expressar sua compreensão, performance e atitudes.

O processo de comunicação sobre a avaliação deve ser regular e claro, sendo que todos os envolvidos devem ter a clareza das características e métodos do

sistema de avaliação em uso no programa educacional. O processo de divulgação dos resultados do processo de avaliação devem ser éticos, garantindo um *feedback* que transmita informação precisa e confiável sobre o desempenho do aluno promovendo seu crescimento como aprendiz.

O sistema de avaliação deve garantir estratégias de validade e confiabilidade em suas atividades. Para tanto deve-se fazer a revisão técnica dos testes e demais atividades avaliativas, a utilização de múltiplos avaliadores, a uniformidade na preparação e performance de avaliadores e elaboradores de atividades de avaliação, a coerência com os conteúdos e objetivos de aprendizagem e o domínio dos conhecimentos envolvidos.

A aprendizagem baseada em problemas, é uma abordagem educacional, como muitas outras bastante complexa, e está em constante vigilância e é motivo de estudos e críticas que a ajudam a formar seu alicerce. Cada vez mais indivíduos, instituições e programas tem experimentado o ABP e tem contribuído na efetividade desta abordagem (KOMATSU,2003).

APÊNDICE B – TUTORIAL DE INSTALAÇÃO E UTILIZAÇÃO *MICROSOFT AGENT*

O *Microsoft Agent* é uma tecnologia que permite a utilização de personalidades animadas em aplicativos, utilizando suas animações na interface gráfica de aplicações e se associa com mecanismos de fala em vários idiomas, proporcionando uma forma avançada de interação com usuários, sendo que estes caracteres podem mover-se livremente mostrando textos e recebendo comandos de voz (Site Microsoft).

Com esta ferramenta pode-se fazer com que as mensagens apresentadas pela aplicação sejam atribuídas a um personagem do *Agent* que são chamados de caracteres. Estes caracteres do *Microsoft Agent* são mantidos em arquivos com a extensão .ACS. O *Agent* cria um diretório *windows\msagent* para guardar seus arquivos e personagens.

A princípio o *Microsoft Agent* vem com 4 personagens ilustrados na Figura 50 : *Genie*, *Merlin*, *Peedy* e *Bobby* , cujos arquivos podem ser baixados do endereço <http://www.microsoft.com/msagent/characterdata.htm> . Mas o *Microsoft Agent* possui um editor de personagens que permite que qualquer um crie um novo personagem para o *Agent* e por isso pode-se encontrar muitos outros personagens já criados como, por exemplo, no site <http://www.msagentring.org>.



Figura 50. Agentes Microsoft

O *Microsoft Agent Control* é um componente que dá suporte a algumas linguagens de programação entre elas o VB (*Visual Basic*), o Java e o C++ que é linguagem utilizada nesse trabalho. Assim, esta ferramenta permite a comunicação entre o SÉLO desenvolvido em C++ *Builder* e o Agente Assistente implementado.

Para que esta ferramenta tenha o desempenho esperado é necessário a instalação do componente Microsoft Agent e por isso, a seguir, tem-se um tutorial de sua instalação e utilização.

O Microsoft Agent é nativo no *Windows* 2000 e XP, e neste caso, deve-se importar o componente para o C++ *Builder*, seguindo os passos descritos a baixo.

Primeiramente no ambiente C++ *Builder* na barra de menus, no menu “*Component*” selecionar a opção “*Import ActiveX Control*”, conforme ilustra a Figura 51.

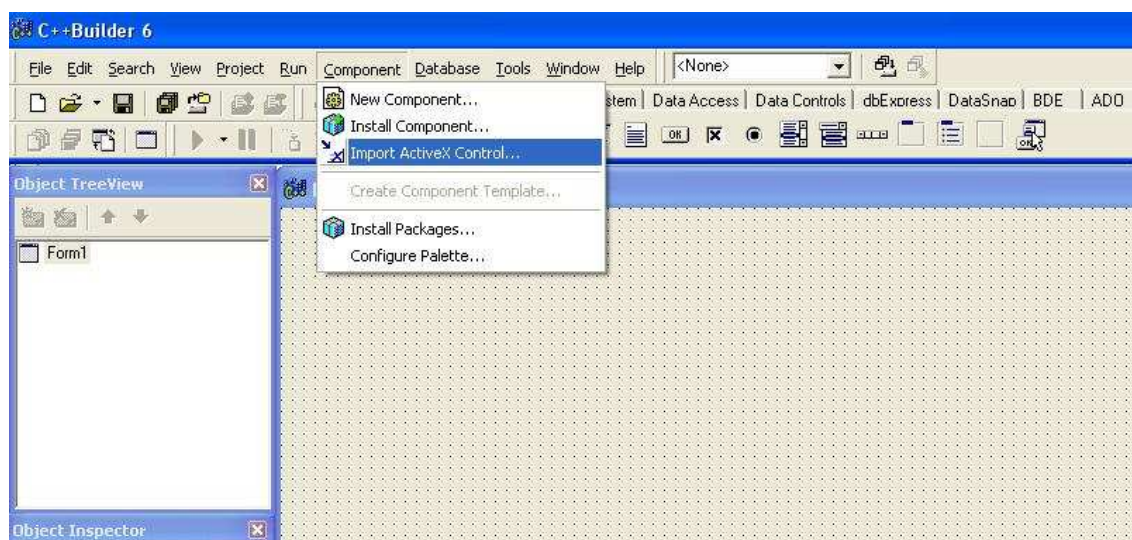


Figura 51. Instalação do componente *Microsoft Agent*

Em seguida, será exibido um formulário denominado *Import ActiveX*, com diversas opções, devendo-se selecionar a que se refere ao *Microsoft Agent Control 2.0* (*version 2.0*) selecionando em seguida o botão *Install* para instalar o componente, conforme ilustra a Figura 52.

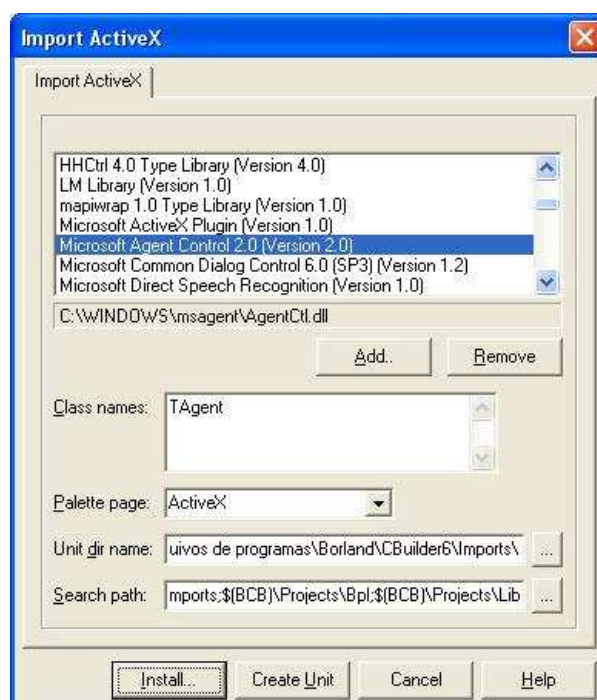


Figura 52. Seleção do componente *Microsoft Agent Control 2.0*

Observa-se a seguir na Paleta de Componente *ActiveX* é instalado o Componente *Agent*, possibilitando sua utilização, conforme ilustra a Figura 53.

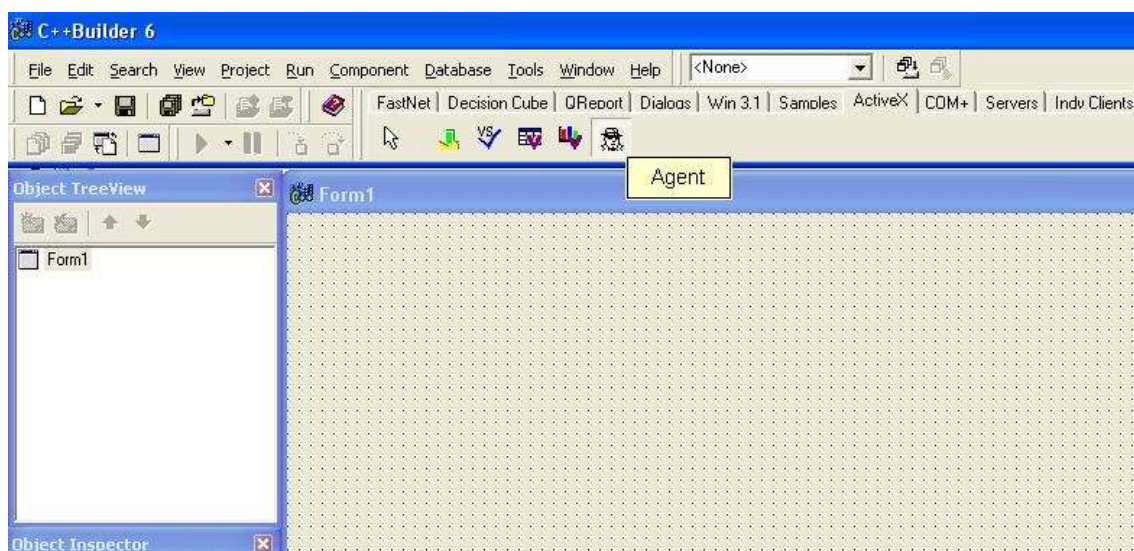


Figura 53. Componente *Microsoft Agent*

Após a instalação do componente pode-se implementar as ações do Agente Assistente. A Figura 54 demonstra o código que tem por finalidade chamar o agente assistente no instante em que o programa SÉLO é iniciado.

```
Código: " pCharacterEx->MoveTo(535,330, (Variant)0,&lRequestID);"
```

Indica a Posição em que o Agente Aparecerá na Tela.

```
Código: "hRes = pCharacterEx->Show(FALSE, &lRequestID);"
```

É responsável por chamar a função Show que mostra o agente na tela.

```
Código hRes = pCharacterEx->Speak(StringToOleStr("Sejam Bem-Vindos ao programa SÉLO!"), NULL, &lRequestID);
```

Este comando escreve em um balão o texto "Sejam Bem-vindos ao programa SÉLO!"

Figura 54. Código de Chamada do Agente

A Figura 55 ilustra o resultado dos comandos utilizados na Figura 54.



Figura 55. Mensagem do Agente Assistente

Além desta forma de comunicação, o *Microsoft Agent* também possui o componente que permite a fala do personagem, conforme pode-se verificar no próximo tutorial.

APÊNDICE C - TUTORIAL DE INSTALAÇÃO E UTILIZAÇÃO TTS3000

O TTS3000 (*TextToSpeech*) é um componente contido na biblioteca *Microsoft Voice Text* que acompanha o *Microsoft Agent* e que dá suporte a fala dos personagens agentes, em vários idiomas. Este componente pode ser baixado gratuitamente no site <http://www.microsoft.com/msagent/downloads/user.asp>, seguindo os passos a seguir. (*Site Microsoft*)

No item *Text-to-Speech Engines* selecione a versão correspondente a Língua Portuguesa conforme ilustra a Figura 56, assim tem-se suporte de fala em português para o agente Assistente no SÉLO.

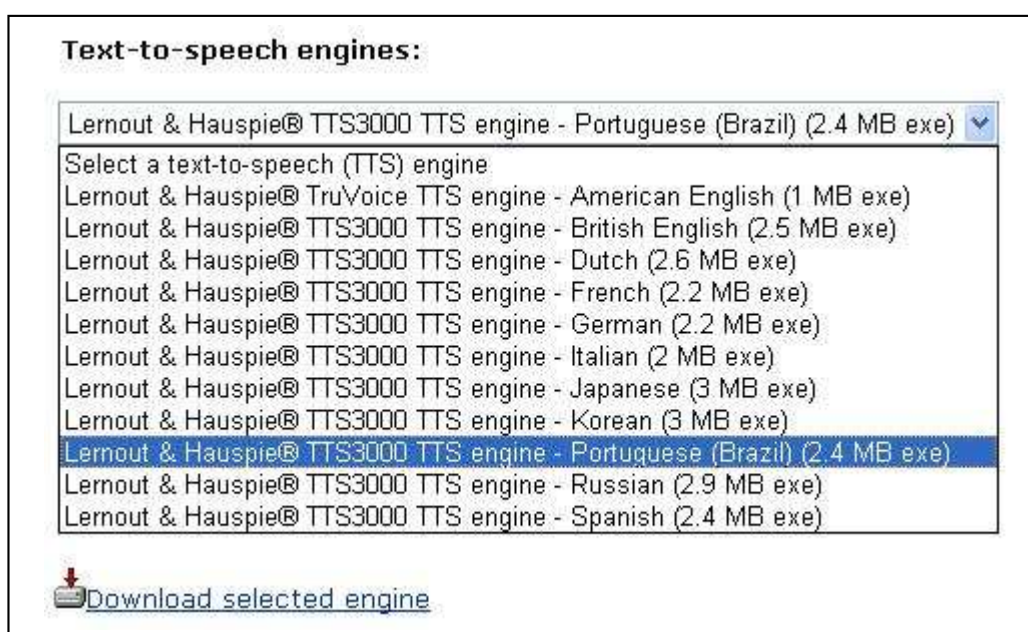


Figura 56. Seleção do TTS3000
Fonte: *Site Microsoft*

Após a seleção da versão em Português deve-se selecionar o link de *DownloadsSelected engine*, exibido na Figura 54. Será apresentada a caixa de dialogo conforme ilustra a Figura 57, selecione a opção Executar e os arquivos serão instalados automaticamente.

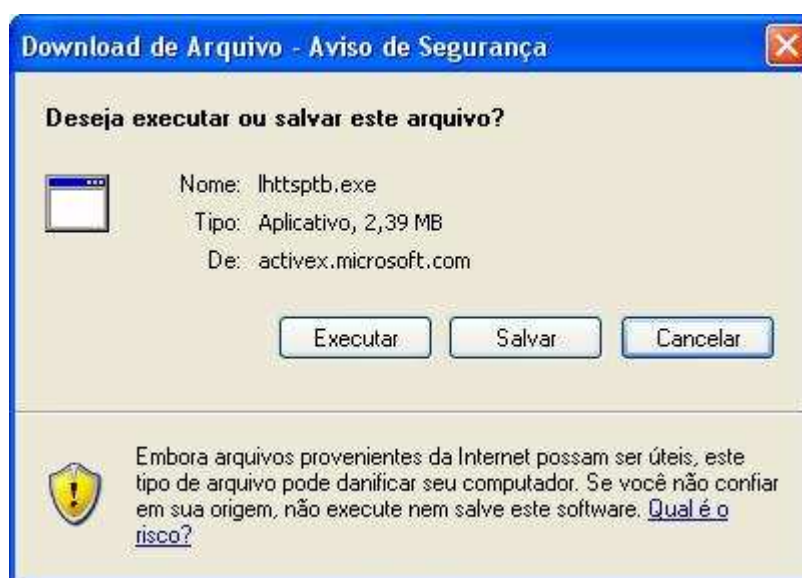


Figura 57. *Download* do TTS3000.
Fonte: *Site Microsoft*

Com a conclusão da instalação deve-se fazer uma referência ao idioma português no projeto do SÉLO, fazendo com que o assistente possa ler corretamente os textos em português, A Figura 58, ilustra parte do código responsável por esta ação no SÉLO, que pode ser visualizada e ouvida no momento em que o agente dá as boas vindas ao usuário.

```
vPath.vt = VT_BSTR;  
  
vPath.bstrVal = SysAllocString(kpwzCharacterOld);  
  
hRes = pAgentEx->Load(vPath, &lCharID, &lRequestID);  
  
hRes = pAgentEx->GetCharacterEx(lCharID, &pCharacterEx);  
  
hRes= pCharacterEx->SetLanguageID  
(MAKELANGID(LANG_PORTUGUESE,SUBLANG_PORTUGUESE));
```

Figura 58. Código de Referência ao Idioma

Observando o código acima em destaque nota-se que a língua portuguesa passará a ser o idioma padrão do Assistente no SÉLO.

O TTS3000 é um componente que fornece suporte para a fala do personagem, onde o programa faz a leitura em voz alta do texto exibido no balão. Programas como *Adobe Reader* ou *MS Reader* ou *Microsoft Agent* além de aplicativos criados em ferramentas de desenvolvimento de software tais como *JAVA*, *C++ Builder*, *Delphi*, *Visual Basic* podem utilizar este recurso. Lembrando que para que este componente funcione é obrigatória a instalação prévia do *Microsoft Agent*.