

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO – IC
MESTRADO EM MODELAGEM COMPUTACIONAL DE CONHECIMENTO**

**AMBIENTE INTERATIVO DE APRENDIZAGEM PARA O
APOIO AO ESTUDANTE NO DIAGNÓSTICO DE PACIENTES
DE ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL**

ELBA MARIA QUIRINO DE ALMEIDA MANGUEIRA

**MACEIÓ - AL
2008**

ELBA MARIA QUIRINO DE ALMEIDA MANGUEIRA

**AMBIENTE INTERATIVO DE APRENDIZAGEM PARA O
APOIO AO ESTUDANTE NO DIAGNÓSTICO DE PACIENTES
DE ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL**

Dissertação submetida ao Instituto de
Computação da Universidade Federal de Alagoas
– UFAL - como requisito parcial à obtenção do
grau de mestre em Modelagem Computacional de
Conhecimento

Orientador: Prof. Dr. Fábio Paraguaçu Duarte da
Costa.

Co-Orientador: Prof. Ms. George Márcio da
Costa e Sousa.

Área de Concentração: Modelagem
Computacional de Conhecimento

**MACEIÓ - AL
2008**

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

M277a Manguiera, Elba Maria Quirino de Almeida.
Ambiente interativo de aprendizagem para o apoio ao estudante no diagnóstico de pacientes de acidente vascular cerebral / Elba Maria Quirino de Almeida Manguiera. – Maceió, 2008.
124 f. : il.

Orientador: Fábio Paraguaçu Duarte da Costa.
Co-Orientador: George Márcio da Costa e Sousa.
Dissertação (mestrado em Modelagem Computacional de Conhecimento) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Computação. Maceió, 2008.

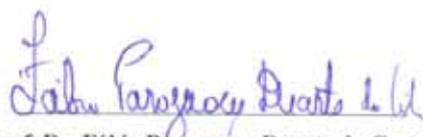
Bibliografia: f. 108-118.
Anexos: f. 119-124.

1. Tecnologia educacional. 2. Ambiente interativo de aprendizagem. 3. Raciocínio baseado em casos. 4. Informática Médica. 5. Acidente vascular cerebral. I. Título.

CDU: 004.4:616.831-005

AMBIENTE INTERATIVO DE APRENDIZAGEM PARA O APOIO AO ESTUDANTE NO DIAGNÓSTICO DE PACIENTES DE ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestra em Modelagem Computacional de Conhecimento pelo Programa Multidisciplinar de Pós-Graduação em Modelagem Computacional de Conhecimento, da Universidade Federal de Alagoas, aprovada pela comissão examinadora que abaixo assina:



Prof. Dr. Fábio Paraguaçu Duarte da Costa

UFAL – Instituto de Computação

Orientador



Prof. Dr. Arturo Hernández-Domínguez

UFAL – Instituto de Computação

Examinador



Prof. Dr. Edison Férneda

UCB – Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

Examinador

Dedico esta dissertação a meu esposo Diego, aos meus pais Sergio e Socorro, aos meus irmãos Sergio e Marília, a minha avó Dorinha e meu avô Mário (in memoriam).

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder força nos momentos de solidão e por tornar possível a realização de um desejo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Fábio Paraguaçu Duarte da Costa pela imensa compreensão, pelos ensinamentos e, principalmente, pela confiança depositada em mim.

Ao meu co-orientador Prof. Ms. George Márcio da Costa e Souza pela atenção e por facilitar a nossa entrada no Hospital Escola Dr. José Carneiro para a coleta dos dados necessários a esta dissertação.

Aos meus amados pais pelo incentivo emocional e financeiro, pelos exemplos e valores ensinados, pelo amor incondicional e por todas as viagens cansativas feitas à Maceió. Devo tudo a vocês. Obrigada por acreditarem em mim.

Aos meus irmãos Serginho e Lila por abdicarem de seu conforto para tornar mais fácil a minha permanência em Maceió. Obrigada pela força, ajuda e preocupação.

Ao meu esposo Diego pelo amor e compreensão. A distância foi difícil, dolorosa, mas necessária. Obrigada por agüentar todos os meus momentos de insegurança e desânimo e por você ser tão especial.

A minha avó Dorinha, minha segunda mãe, pelas surpresas colocadas em minha mala, consequência da sua eterna preocupação com a minha saúde e alimentação.

A Dona Vicentina, uma grande mulher, por todas as palavras de carinho.

A minha grande amiga Thaíse pela companhia, pelas longas conversas e por dividir apartamento comigo. Passamos momentos de pindaíba, mas nos divertimos bastante.

Aos meus amigos Alex, Arandir, Danielle, Douglas, Heitor, Ig e Ullisses pela amizade e ajuda em solo alagoano. Obrigada pelos momentos divertidos em que a saudade da família era, em parte, preenchida.

A amiga Gisely pela ajuda na minha chegada à Maceió e pelos momentos divertidos que passamos e a amiga Adriana por me receber com tanta atenção em minhas recentes idas à Maceió.

Ao amigo Gustavo José Martiniano Porfírio pela enorme ajuda na coleta dos casos.

A professora Giovana Anuska dos Santos Firmo Grisi pela sua contribuição na especificação do tema escolhido para esta dissertação (acidente vascular cerebral).

A todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho. Obrigada.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO INTRODUÇÃO.....	12
1.1 CONTEXTO DO TRABALHO.....	12
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.3 CONTRIBUIÇÕES.....	14
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	15
CAPÍTULO 2 ENSINO AUXILIADO POR COMPUTADOR.....	17
2.1 INTRODUÇÃO.....	17
2.2 EVOLUÇÃO DOS AMBIENTES DE ENSINO.....	17
2.3 AGENTES INTELIGENTES.....	20
2.3.1 Funções dos Agentes.....	21
2.3.2 Propriedades dos Agentes.....	21
2.3.3 Tipologia dos Agentes.....	22
2.3.4 Considerações sobre Agentes Pedagógicos.....	23
2.4 AIA E TRABALHOS RELACIONADOS.....	24
2.5 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO.....	25
CAPÍTULO 3 RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS.....	26
3.1 INTRODUÇÃO.....	26
3.2 HISTÓRICO.....	26
3.3 DEFINIÇÃO.....	27
3.4 METODOLOGIAS DO RBC.....	29
3.5 VANTAGENS DO RBC.....	30
3.6 APLICAÇÕES DO RBC.....	31
3.7 ABORDAGEM RBC.....	34
3.7.1 Representação do Conhecimento.....	35
3.7.1.1 Redes semânticas.....	36
3.7.1.2 Frames.....	38
3.7.1.3 Formulários.....	39

3.7.1.4 Memória dinâmica.....	40
3.7.1.5 XML.....	42
3.7.2 Indexação.....	43
3.7.3 Recuperação dos Casos.....	45
3.7.3.1 Similaridade.....	46
3.7.3.1.1 Métricas de similaridade e métodos de recuperação de casos.....	47
3.7.4 Reutilização de Casos.....	51
3.7.5 Revisão de Casos.....	52
3.7.6 Retenção de Novos Casos.....	53
3.8 ENSINO BASEADO EM CASOS.....	53
3.9 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO.....	54
CAPÍTULO 4 DIAGNÓSTICO, RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS E	
ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL.....	56
4.1 INTRODUÇÃO.....	56
4.2 INFORMÁTICA NA SAÚDE.....	56
4.3 RACIOCÍNIO CLÍNICO.....	57
4.4 RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS E DIAGNÓSTICO MÉDICO.....	59
4.4.1 Sistemas na Área de Saúde que Usam RBC.....	59
4.5 ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL.....	60
4.5.1 Tipos.....	63
4.5.2 Sinais e Sintomas Típicos do AVC.....	63
4.5.3 Exames Necessários para Diagnóstico do AVC.....	64
4.5.4 Fatores de Risco e Predisponentes do AVC.....	65
4.5.5 Tratamento do AVC e Fisioterapia.....	67
4.6 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO.....	68
CAPÍTULO 5 O SISTEMA SADAVC.....	69
5.1 INTRODUÇÃO.....	69
5.2 ARQUITETURA DO SADAVC.....	72
5.2.1 Base de Casos.....	73
5.2.2 Módulo Simulador.....	74
5.2.3 Agente Pedagógico do SADAVC.....	74
5.2.3.1 Características.....	74
5.2.3.2 Arquitetura do Agente Pedagógico.....	75
5.2.3.3 Estratégias de ensino.....	77

5.3 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO.....	77
CAPÍTULO 6 ESTUDO DE CASO.....	78
6.1 INTRODUÇÃO.....	78
6.2 REPRESENTAÇÃO DOS CASOS.....	78
6.2.1 XML.....	81
6.3 INDEXAÇÃO.....	88
6.3.1 Indexação Manual.....	89
6.4 RECUPERAÇÃO DOS CASOS.....	90
6.4.1 Similaridade.....	90
6.4.1.1 Contagem de características.....	91
6.4.1.2 Modelo de contraste.....	94
6.5 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO.....	97
CAPÍTULO 7 APRESENTAÇÃO DO SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE CASOS..	99
7.1 INTRODUÇÃO.....	99
7.2 ASPECTOS DA IMPLEMENTAÇÃO.....	99
7.3 ARQUITETURA DO SADAVC.....	99
7.4 FUNCIONAMENTO DO PROTÓTIPO.....	100
7.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	105
CAPÍTULO 8 CONCLUSÃO.....	106
8.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	106
8.2 TRABALHOS FUTUROS.....	106
REFERÊNCIAS.....	108
ANEXO A.....	119
ANEXO B.....	121
ANEXO C.....	123

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar um Ambiente Interativo de Aprendizagem utilizando o Computador de apoio ao diagnóstico e auxílio no tratamento de pacientes que apresentam disfunções neurológicas. A pesquisa propõe uma arquitetura que facilite as atividades dos estudantes da área da saúde, na tomada de decisão, para o aconselhamento fisioterápico dos pacientes de acidente vascular cerebral.

Utilizou-se a abordagem de Raciocínio Baseado em Casos (RBC) que tem como idéia geral a utilização de experiências passadas para a solução de novos problemas.

Este trabalho se concentrou nas fases de indexação, representação e recuperação dos casos, com a utilização de métricas de similaridade como a Contagem de Características e a Regra do Contraste de Tversky.

Um protótipo foi construído para a validação dessas métricas, provando a eficiência na recuperação dos casos na base de casos.

Palavras-chave: Ambiente Interativo de Aprendizagem, Raciocínio Baseado em Casos, Acidente Vascular Cerebral, Informática Médica.

ABSTRACT

This paper aims to provide an Interactive Learning Environment using the computer to support aid in the diagnosis and treatment of patients with neurological disorders. The study proposes an architecture which facilitates the activities of students in the health area, in decision making, for the advice of physiotherapy for stroke patients.

It was used the approach of Case-Based Reasoning (CBR) that has, like general idea, the use of past experiences to the solution of new problems.

This work focused on the stages of indexing, representation and retrieval of cases, with the use of metrics, similar characteristics as the Count Features and Tversky's Contrast Model.

A prototype was built for the validation of these metrics, proving the efficiency in the recovery of the cases on the basis of cases.

Key-Words: Interactive Learning Environment, Case-Based Reasoning, Cerebral Vascular Accident, Medical Informatics.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.1:** Evolução dos Sistemas de Ensino utilizando o Computador.
- Figura 2.2:** Características de sistemas CAI e de STI.
- Figura 3.1:** Demonstração gráfica de RBC.
- Figura 3.2:** O ciclo do RBC.
- Figura 3.3:** Exemplo de rede semântica.
- Figura 3.4:** Exemplo de frame.
- Figura 3.5:** Estrutura de casos e episódios generalizados.
- Figura 4.1:** Procedimento de atendimento de um paciente.
- Figura 5.1:** Esboço da tela inicial do sistema.
- Figura 5.2:** Simulação de caso semelhante.
- Figura 5.3:** Visão geral de funcionamento.
- Figura 5.4:** Arquitetura do SADAVC.
- Figura 5.5:** Arquitetura do agente pedagógico do SADAVC.
- Figura 6.1:** Representação gráfica de um caso.
- Figura 6.2:** Representação de texto em XML.
- Figura 6.3:** Declaração de DTD no documento XML.
- Figura 6.4:** Tela para a criação de novo arquivo.
- Figura 6.5:** Parte da DTD referente aos Dados Pessoais do Paciente.
- Figura 6.6:** Parte da DTD referente ao Quadro Clínico do Paciente.
- Figura 6.7:** Parte da DTD referente aos Exames e Tratamento do Paciente.
- Figura 6.8:** Parte do arquivo XML referente aos Exames e Tratamento do Paciente.
- Figura 6.9:** Parte do arquivo XML referente ao Quadro Clínico do Paciente
- Figura 6.10:** Parte do arquivo XML referente aos Exames e Tratamentos do Paciente.
- Figura 6.11:** Caso de entrada do sistema.
- Figura 6.12:** Caso 42 da base de casos.
- Figura 6.13:** Caso 62 da base de casos.
- Figura 6.14:** Caso 85 da base de casos.
- Figura 6.15:** Ilustração da relação entre os conjuntos de atributos.
- Figura 6.16:** Fórmula de Tversky.
- Figura 6.17:** Pesos de cada atributo.
- Figura 7.1:** Esboço da arquitetura do sistema.

Figura 7.2: Tela inicial.

Figura 7.3: Tela contendo lista de casos.

Figura 7.4: Tela contendo as métricas de similaridade.

Figura 7.5: Tela de comparação entre dois casos.

Figura 7.6: Tela de Inserção de Informações.

Figura 7.7: Tela de inserção de informações preenchida.

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1. Óbitos para doença cerebrovascular segundo Unidade da Federação.

Tabela 4.2. Óbitos por doença isquêmica do coração, segundo Unidade da Federação.

Tabela 6.1. Representação gráfica de um caso.

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO DO TRABALHO

Em uma organização, pode-se identificar dois tipos de conhecimento: o conhecimento tácito ou formal e o conhecimento informal. O conhecimento formal é aquele registrado em livros, manuais, documentos, periódicos, bases dados e é facilmente armazenado e recuperado pelas organizações. As idéias, as suposições, as conjecturas, os pontos de vista e as experiências caracterizam o conhecimento informal, que possui extremo valor por conter a inteligência do conhecimento formal, entretanto, como aquele possui caráter abstrato, faltam mecanismos para auxiliar sua coleta, seu registro, sua estruturação, seu compartilhamento e sua reutilização (MORESI, 2001).

A pergunta é: como evitar que o conhecimento acumulado por uma pessoa que trabalha com uma atividade específica, ou seja o informal, por um longo tempo, passando por situações de erros e acertos, sucessos e fracassos, simplesmente se perca depois que a mesma se afasta da organização (SILVA, 2005)?

Na área de saúde, o conhecimento informal do especialista normalmente não é compartilhado com a comunidade médica e isso acarreta mau aproveitamento das informações, que poderiam ser úteis aos demais, evitando futuros fracassos nas atividades de todos (Ibid).

Por alguns anos, o estudante de saúde aprende detalhadamente como o corpo humano é composto, o funcionamento dos órgãos, as doenças existentes e os tratamentos adequados para cada enfermidade, ou seja, ele adquire o conhecimento genérico da área. À medida que o aluno é confrontado com pacientes, a partir da análise das doenças e tratamentos, ele monta seu banco de memória (conhecimento específico). Conseqüentemente, quanto mais doentes ele tratar com sucesso, melhor desempenho ele terá na solução de novos problemas (ABEL, 1996). Assim, com o passar dos anos, esse profissional, quando se confrontar com pacientes cujo quadro clínico se assemelha a doentes atendidos anteriormente, utilizará, ou evitará, o mesmo tratamento experimentado; em outras palavras, o já médico utilizar-se-á de sua experiência nos casos atendidos e não, unicamente, do conjunto de regras aprendidas enquanto estudante da área de saúde.

As tecnologias atualmente avançam no sentido de facilitar as atividades humanas. A informática é um componente importante no processo de tomada de decisão, auxiliando os

profissionais da área médica no diagnóstico dos seus pacientes, como outros profissionais nas demais áreas.

A Inteligência Artificial vem sendo utilizada amplamente na área médica. Segundo os pesquisadores Clancey e Shortliffe (1984), a Inteligência Artificial médica se preocupa primariamente com a construção de programas que apóiam diagnósticos e fazem recomendações terapêuticas. Os sistemas de Inteligência Artificial Médica são, em grande parte, destinados a apoiar os profissionais de saúde no decorrer normal de seus deveres, auxiliando-os em tarefas que se baseiam na manipulação de dados e de conhecimentos (COIEIRA, 2008). Os sistemas de raciocínio baseado em casos, em particular, utilizam um processo interativo constituído genericamente por: identificação da situação atual, busca da experiência mais semelhante na memória e aplicação do conhecimento dessa experiência na situação atual proposta (COSTA, 1999).

As vantagens da utilização do RBC – Raciocínio Baseado em Casos - são: I) Redução do tempo de diagnóstico, visto que haverá uma busca por um caso similar na base de casos, e conseqüente encaminhamento para a solução do problema (diagnóstico) e um tratamento mais adequado; II) Armazenamento e reutilização de experiências do profissional da saúde; III) Aprendizagem contínua, pois experiências novas serão armazenadas, facilitando a manutenção destas (SILVA, 2005).

Uma das principais razões que facilitaram a aceitação de RBC foi sua capacidade de providenciar soluções em áreas onde o conhecimento é pouco definido e difícil de estruturar (KOLODNER, 1996; RIESBECK, 1989).

Neste trabalho, privilegiou-se a área de Neurologia. Sabendo que, nessa área, o diagnóstico precoce possibilita a administração rápida e efetiva da medicação apropriada, verificou-se que existe a necessidade de promover uma educação continuada dos profissionais de saúde para um rápido diagnóstico e tratamento (MESCHIA, 2000; WANGENHEIM, 2003).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), as doenças cérebro-vasculares são as mais importantes causas de incapacidade na população adulta mundial, tendo, como principais fatores de risco, a obesidade, o tabagismo, a diabetes, a hipertensão, a dislipidemia, as cardiopatias, a idade e o sedentarismo, sendo a hipertensão e a diabetes os principais fatores (LENIANA *et al*, 2004; THIRD, 2002; POLENA *et al*, 2005; MENDIS *et al*, 2005; GORELICK, 2002).

Este trabalho propõe a concepção e realização de um ambiente interativo de aprendizagem baseado em casos e destinado a alunos de fisioterapia que, através da simulação

de situações, poderão sugerir diagnósticos e tratamento adequado a pacientes, no contexto das patologias neurológicas.

Iniciou-se a pesquisa com a coleta dos dados autorizada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL). Realizou-se um estudo retrospectivo com três anos de segmento (2004-2007) no Hospital Escola Dr. José Carneiro da UNCISAL. No estudo, foram incluídos prontuários de pacientes com diagnóstico clínico e radiológico de acidente vascular encefálico.

Criou-se um formulário de coleta de dados, constante no anexo A, a fim de padronizar e organizar o procedimento de busca das informações. Diante da impossibilidade de obtenção do consentimento livre e esclarecido de todos os pacientes, os integrantes, envolvidos na pesquisa dos dados, assinaram um Termo de Compromisso da Utilização de Dados, constante no anexo B.

1.2 OBJETIVOS

De uma forma geral, o objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um mecanismo de recuperação e indexação de casos para a elaboração de um ambiente interativo de aprendizagem no domínio da Neurologia, mais especificamente da patologia Acidente Vascular Cerebral.

Os objetivos específicos são:

- Selecionar onde será realizada a aquisição do conhecimento;
- Fazer a representação e indexação desse conhecimento;
- Escolher a métrica de similaridade usada no sistema para realizar a recuperação dos casos;
- Construir um protótipo que teste a recuperação dos casos;
- Apresentar a técnica de Inteligência Artificial, RBC, no diagnóstico e nos tratamentos de doenças neurológicas como os AVC's.

1.3 CONTRIBUIÇÕES

As contribuições deste trabalho são:

- Aquisição do conhecimento – realizado em um processo de coleta de dados em prontuários de pacientes que sofreram AVC.

- Representação e indexação desse conhecimento – através da padronização dos dados contidos nos casos, por meio de técnicas computacionais. Para tanto, foram escolhidos, no processo de indexação, atributos relevantes para facilitar a recuperação posterior destes.
- Recuperação dos casos – foram implementadas duas métricas de similaridade que, quando combinadas, trazem os casos mais semelhantes, dentro da base de casos, semelhantes ao da entrada do sistema.
- Construção de um protótipo para a recuperação dos casos.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está constituído por oito capítulos estruturados da seguinte forma:

Capítulo 1: Introdução. Neste capítulo, a contextualização do trabalho é apresentada, juntamente com seus objetivos, suas contribuições e a estruturação da dissertação.

Capítulo 2: Ensino auxiliado por computador. Este capítulo apresenta a evolução dos ambientes de ensino até os Sistemas Tutores Inteligentes baseados em agentes. Em seguida, faz-se uma breve revisão bibliográfica sobre agentes inteligentes, destacando-se o conceito de agentes pedagógicos. Mostram-se, também, alguns ambientes interativos de aprendizagem que se relacionam com a proposta deste trabalho.

Capítulo 3: Raciocínio baseado em casos. O terceiro capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre a metodologia de Raciocínio Baseado em Casos e o ensino baseado em casos.

Capítulo 4: Diagnóstico, Raciocínio Baseado em Casos e Acidente Vascular Cerebral. O quarto capítulo apresenta um breve histórico da área em que o presente trabalho está inserido – Informática na Saúde. Além disso, explica o processo de raciocínio médico, mostra alguns sistemas relacionados a este trabalho e traz uma revisão bibliográfica sobre a patologia em foco – Acidente Vascular Cerebral.

Capítulo 5: Bases Conceituais da Arquitetura. Neste capítulo, apresenta-se a arquitetura do sistema e se discute cada módulo presente na mesma.

Capítulo 6: Estudo de Caso. O sexto capítulo traz um estudo de caso, aplicando as técnicas, metodologias e métricas escolhidas nos capítulos anteriores, justificando-as.

Capítulo 7: Apresentação do Sistema de recuperação de Casos. Neste capítulo, o protótipo de recuperação dos casos é apresentado através de suas telas.

Capítulo 8: Considerações Finais. Por fim, o oitavo capítulo tem o objetivo de apresentar as conclusões e os trabalhos futuros relacionados a esta dissertação.

2 O ENSINO AUXILIADO POR COMPUTADOR

2.1. INTRODUÇÃO

O uso do computador como mediador no processo de ensino-aprendizagem vem se tornando cada vez mais freqüente nos cursos superiores, através de softwares estatísticos, algébricos, numéricos, matemáticos, ambientes virtuais ou sistemas baseados em técnicas da inteligência artificial (GUIMARÃES, 2002).

As tecnologias da informação estão sendo incorporadas gradativamente nas escolas para inovar ou reforçar comportamentos e modelos comunicativos de ensino (BOEHME, 2003).

Este capítulo tem por objetivo apresentar a evolução dos ambientes de ensino, inserindo os Sistemas Tutores Inteligentes baseados em agentes, destacando o conceito e as características dos agentes pedagógicos, visto que farão parte da arquitetura do sistema proposto.

2.2. EVOLUÇÃO DOS AMBIENTES DE ENSINO

Antes do surgimento dos computadores, máquinas de ensinar já eram utilizadas na educação, conseqüentes dos paradigmas psicológicos behavioristas. Tais mecanismos eram responsáveis pela criação de seqüências de questões, geralmente de múltipla escolha. O aluno apenas escolhia a resposta que indicaria, portanto, dependia da escolha do estudante (se correta ou não), qual seria a próxima interação (BOEHME, 2003).

Essas máquinas são conhecidas como CAI (*Computer Assisted Instruction* – Instrução Assistida por Computador) e surgiram na década de 50 do século passado, com os chamados programas lineares, os quais se propunham a mostrar o conhecimento de forma linear, sendo inviável que qualquer fator pudesse alterar a ordem de ensino estabelecida inicialmente pelo programador. A atuação desses sistemas surgiu na Teoria Comportamental Behaviorista, defendida por Skinner, a qual parte do pressuposto que o aluno nada traz consigo e que tudo que ele aprende é adquirido pelas experiências com o ambiente, através de estímulos, obtendo, como conseqüência, respostas, conhecida como teoria estímulo-resposta (E-R). Por essa razão, erros cometidos pelos alunos não deveriam ser permitidos, visto que isso lhes daria um reforço negativo e, em uma sessão de ensino, não se levava em consideração o erro do aluno. (URRETAVIZCAYA, 2001; SKINNER, 1973).

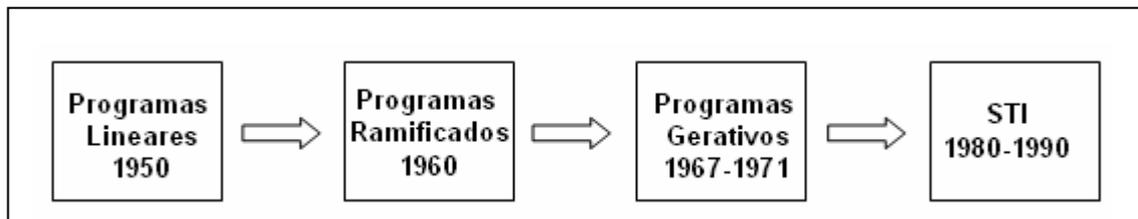


Figura 2.1: Evolução dos Sistemas de Ensino utilizando o Computador
Fonte: (GAVIDIA, 2003)

Na década de 60, surgiram os programas ramificados, também conhecidos como Programação ramificada ou Programação em árvore. São caracterizados por oferecerem *feedback* e são adaptados ao ensino para dar as respostas aos alunos. Assim como os programas lineares, estes possuem um número fixo de temas, contudo, diferentemente deles, atuam segundo a resposta do aluno.

A vantagem da programação ramificada sobre os antecessores está no uso da técnica de *Pattern-matching*¹, que permitia tratar as respostas do aluno como aceitáveis ou parcialmente aceitáveis, ao contrário de corretas ou incorretas, como Skinner propunha; e a utilização de linguagens de autoria que permitia a criação de materiais CAI de forma tratável pelo sistema, diferentemente dos sistemas lineares que eram muito extensos e intratáveis por meios clássicos (URRETAVIZCAYA 2001).

Ao final da década de 60 e início de 70, surgiram os sistemas gerativos ou adaptativos. Tais sistemas abordaram uma nova filosofia educacional, a qual defendia que os alunos aprendem mais quando enfrentam problemas com dificuldades adequadas do que atendendo a explicações sistemáticas, ou seja, adaptam o ensino às suas necessidades. Os sistemas adaptativos, como o nome sugere, são capazes de gerar um problema de acordo com o nível de conhecimento do aluno, construir sua solução e avaliar a resposta deste (Ibid).

A partir da década de 80, com a evolução dos sistemas CAI e com a adoção das técnicas de inteligência artificial, surgiram os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) (JANSEN, 2005). Estes surgiram com o objetivo de tratar as falhas dos sistemas gerativos, tendo como idéia estimular o aprender fazendo, facilitando o ensino/aprendizagem, tornando-o mais efetivo, correto e agradável (GAVIDIA; ANDRADE, 2003; ONG; RAMACHANDRAN, 2003).

¹A técnica de *Pattern-matching* consiste em comparar padrões de *strings*.

Segundo Gamboa (2001), Sistemas Tutores Inteligentes são programas que fornecem suporte à atividade de aprendizagem. Eles representam novas formas de educação, o que pode modificar o papel do professor/tutor, a fim de melhorá-lo.

O ponto principal do STI é a sua habilidade em fornecer material pedagógico adaptado ao usuário e isto é cumprido através do uso de técnicas de inteligência artificial (HATZILYGEROUDIS, PRENTZAS, 2004).

A arquitetura de um STI contém quatro componentes (URRETAVIZCAYA, 2001; GAVIDIA, ANDRADE, 2003; GIRAFFA, 2006; COSTA, 2002).

- Módulo do Domínio – detém o conhecimento sobre a matéria representada segundo um padrão, através do uso de técnicas de representação de conhecimento, adequado aos objetivos educacionais do sistema.
- Módulo do Aluno - nesse módulo são armazenadas as características individuais e o desempenho de cada aluno, como erros, quantidade de vezes que fez determinada tarefa e o que já foi aprendido. Pode considerar informações anteriores à interação ou o conjunto de informações armazenadas ao longo de uma sessão de trabalho.
- Módulo Pedagógico/Instrucional/Regras de Ensino – decide quais estratégias e táticas de ensino serão utilizadas, tendo em vista as características do aluno, armazenadas no Módulo do Aluno, e define a maneira como a informação será apresentada. É responsável pelo comportamento do sistema.
- Módulo de Interface – responsável pela interação entre o tutor e o estudante. Esse módulo deve ser bem planejado, a fim de facilitar a comunicação entre o tutor e o aluno.

CAI	STI
1. Os cursos são muito extensos.	1. O conhecimento do domínio está restrito e claramente articulado.
2. A comunicação entre o professor e o aluno não é muito refinada.	2. Possui conhecimento do estudante, permitindo dirigir e adaptar o ensino.
3. O conhecimento do como e do porquê se adequa às tarefas de ensino, está incorporado, ou seja, os sistemas de ensino reagem segundo modelos estabelecidos e com certa independência das atitudes e preferências do aluno concreto.	3. A seqüência do ensino não está predeterminada pelo desenvolvedor.
4. O desenho e a implementação dos sistemas são feitos sob medida.	4. Realizam processos de diagnóstico mais adaptados ao estudante e mais detalhados.
5. O conhecimento que é incluído não é modificado com o tempo, não evolui.	5. A comunicação tutor-aluno melhora, permitindo que o aluno realize perguntas ao tutor.

Figura 2.2. Características de sistemas CAI e de STI.

Fonte: (URRETAVIZCAYA, 2001).

Os Sistemas Tutores clássicos apresentam problemas como: a utilização de uma única estratégia para ensino, gerando um não aproveitamento em seu comportamento pedagógico, visto que não há uma individualização no aprendizado de cada aluno. Uma das opções para a solução de problemas como este, foi a implementação da tecnologia de agentes inteligentes nos STI's, criando um novo paradigma (URRETAVIZCAYA, 2001)

As vantagens em utilizar a metodologia de agentes nos sistemas tutores inteligentes são (JANSEN, 2005).

- Exploração do domínio de forma mais dinâmica, o que permitiu a representação de domínios mais complexos com custos computacionais mais baixos;
- Utilização de interfaces mais representativas, como o uso de simulações de fenômenos físicos, químicos e biológicos;
- Possibilidade da utilização de múltiplas estratégias de ensino, com o auxílio personalizado para cada aluno.

2.3 AGENTES INTELIGENTES

Não há uma única definição universalmente aceita sobre agentes e conceituá-los tem sido um desafio para a comunidade de inteligência artificial (WOOLDRIDGE, NICK, 1995; COSTA, 1999)

De acordo com Russell e Norvig, um agente é qualquer coisa capaz de perceber seu ambiente com a ajuda de sensores e atua nesse meio utilizando atuadores (RUSSELL, NORVIG, 2004).

Um agente pode ser visto como um componente de software e/ou hardware que é capaz de agir para alcançar os objetivos de seus usuários (NWANA, 1996).

Maes afirma que agentes autônomos são sistemas computacionais, que fazem parte de ambientes dinâmicos complexos, que sentem e agem de forma autônoma nesse ambiente, atuando com o objetivo de atingir as metas para que foram designados (MAES, 1991).

Os agentes inteligentes vêm sendo empregados em aplicações diversas, como o gerenciamento de informações pessoais, gerenciamento de redes, exploração e gerenciamento de informação, comércio eletrônico, gerenciamento do processo de negociação, aplicações empresariais, aplicações *Business-to-business*, controle de processos e computação móvel (COSTA, 1999; WOOLDRIDGE, NICK, 1996; CUNHA, 2002; OBJECT MANAGEMENT GROUP, 2000).

2.3.1 Funções dos Agentes

Muitos sistemas computacionais ainda são manipulados de maneira direta, contudo esse uso apresenta desvantagens, como uma alta exigência de atenção humana, visto que o usuário inicializa e monitora todos os eventos, alcançando resultados apenas depois de fornecer os dados de entrada para seu processamento. Para solucionar esse problema, surge o paradigma de gerenciamento indireto, baseado na tecnologia de agentes. Nessa manipulação indireta, o processo de inicialização, monitoramento de eventos e execução das tarefas não fica concentrado apenas no usuário, mas também nos agentes que, conhecendo os interesses dos usuários, agem autonomamente na realização da tarefa, liberando o usuário para a execução de outras (FREITAS, 2002; FERNANDES, 2005).

De acordo com Hayes-Roth, os agentes inteligentes possuem três funções básicas:

- Percepção das condições dinâmicas de um ambiente;
- Ação de forma a afetar as condições de um ambiente;
- Raciocínio para interpretar percepções, resolver problemas, realizar inferências e determinar ações.

No gerenciamento indireto, além das funções básicas, eles ainda desempenham tarefas em favor do usuário, treinam ou ensinam o usuário, ajudam diferentes usuários colaboradores e monitoram eventos e processos.

2.3.2 Propriedades dos Agentes

Os agentes possuem algumas propriedades que os caracterizam. Vale destacar que a presença de todas no agente não é obrigatória, que não há hierarquia entre elas e que a escolha de qual característica o agente deve possuir dependerá da funcionalidade que se deseja dar ao mesmo (FERNANDES, 2005; COSTA, 1999).

Algumas de suas propriedades são listadas abaixo:

- Autonomia – os agentes devem ser capazes de exercerem controle sobre suas próprias ações e sobre seu estado interno, sem a interferência humana ou de outros agentes (WOOLDRIDGE, NICK, 1996; FREITAS, 2002).
- Mobilidade – aptidão dos agentes de se moverem de um ambiente para outro (FRIGO, POZZEBON, BITTENCOURT, 2004).

- Cooperação – capacidade que os agentes têm para trabalharem juntos, a fim de concluírem tarefas complexas e de interesse comum (COSTA, 1999; SOUZA, 1996).
- Comunicabilidade – capacidade dos agentes de se comunicarem com outros agentes, com seu ambiente ou com pessoas (FERNANDES, 2005).
- Aprendizagem – o agente possui a habilidade de perceber variações em seu ambiente. A partir disso, ele escolhe de maneira eficiente qual a ação mais correta a ser executada (COSTA, 1999; SOUZA, 1996).
- Reatividade – os agentes devem perceber seu ambiente e responder no tempo adequado às mudanças ocorridas nele. Esse ambiente pode ser o mundo real, um usuário, uma coleção de agentes ou a internet, por exemplo (WOOLDRIDGE, NICK, 1995).
- Habilidade Social – habilidade em interagir, sempre que considerarem adequado, com outros agentes de software e pessoas, com o intento de concluírem suas tarefas da melhor forma ou auxiliarem outros agentes (Ibid).
- Pró-atividade – o agente age não apenas em resposta ao seu ambiente, mas deve ser capaz de exibir comportamento orientado aos seus objetivos e de ter iniciativa quando apropriada (COSTA, 1999; SOUZA, 1996).
- Adaptabilidade – os agentes devem ser capazes de mudar seu comportamento por causa de uma experiência anterior (FRIGO, POZZEBON, BITTENCOURT, 2004).
- Personalização – capacidade em aprender sobre o usuário e, assim, especializar suas ações de acordo com ele (FREITAS, 2002).
- Persistência – necessidade de manter seu estado interno conciso, sem modificá-lo arbitrariamente (SOUZA, 1996).

2.3.3 Tipologia dos Agentes

Nwana identifica sete tipos de agentes (SOUZA, 1996):

- Agentes colaborativos – enfatizam a autonomia e a cooperação para a execução de suas próprias tarefas.
- Agentes de interface – enfatizam a autonomia e o aprendizado para a execução de suas próprias tarefas. Esse tipo de agente interage com o usuário, desempenhando o papel de assistente pessoal.

- Agentes móveis – são processos de software computacional capazes de se locomover em uma ampla rede de computadores, como as WAN's. A mobilidade não é uma condição suficiente e necessária para caracterizar um agente. Eles são agentes, porque são autônomos e cooperam, mesmo que diferentemente dos agentes colaborativos.
- Agentes de informação – gerenciam, manipulam e ordenam informações de diferentes fontes.
- Agentes reativos – representa uma categoria especial de agentes que não possuem modelos simbólicos internos do ambiente, em vez disso reagem a estímulos do ambiente (estímulo / resposta).
- Agentes híbridos – formados pela combinação de dois ou mais tipos de agentes, objetivando um melhor aproveitamento das filosofias escolhidas.
- Agentes inteligentes – Nwana não os define, pois ele acredita ser aspiração dos pesquisadores ao invés da realidade.

Os agentes podem ainda ser classificados como:

- Deliberativos ou cognitivos – baseados em organizações sociais humanas, possuem uma representação explícita do ambiente e dos outros agentes, de conhecimento e objetivos. São capazes de planejar suas ações futuras, possuem sistemas de comunicação e percepção diferentes e possibilitam a geração de sistemas mais perceptivos, autônomos, flexíveis, colaborativos e adaptativos (FRIGO, POZZEBON, BITTENCOURT, 2004).
- Reativos – não modelam o mundo, dessa maneira, não podem planejar ações futuras. Agem pelo processo de estímulo-resposta, não se comunicam com outros agentes e apenas tomam conhecimento das ações deles através das mudanças no ambiente (SOUZA, E., 1996; FRIGO, POZZEBON, BITTENCOURT, 2004).

2.3.4 Considerações sobre Agentes Pedagógicos

Segundo Giraffa, os agentes pedagógicos (AP) são aqueles usados em sistemas com fins educacionais. Esses AP's podem atuar como tutores, estudantes ou companheiros virtuais, objetivando o auxílio aos alunos no processo de ensino-aprendizagem (GIRAFFA, 1999).

Os agentes pedagógicos se dividem em duas categorias:

- Guiados por objetivos (*Goal-driven*);

- Guiados pela sua utilidade no ambiente (*Utility-driven*).

Os agentes pedagógicos guiados por objetivos são os tutores, os mentores e os assistentes; por outro lado, os agentes pedagógicos guiados pela sua utilidade no ambiente realizam tarefas auxiliares ligadas às atividades pedagógicas, executando-as para o estudante ou para o professor. Esses agentes têm a função de realizar o acompanhamento da interação do aluno com o software educacional, orientando suas ações de forma a construir um ambiente adequado para que seu aprendizado seja eficiente (MELLO, 2007).

Os agentes autônomos devem coordenar o seu comportamento com o de outros agentes de maneira coerente, respondendo aos estímulos ambientais. No caso dos agentes pedagógicos, seu ambiente inclui tanto os estudantes quanto o próprio ambiente de aprendizagem onde os agentes estão inseridos. O comportamento do estudante é, por natureza, imprevisível, uma vez que eles podem apresentar uma variedade de aptidões, níveis de proficiência e estilos de aprendizagem diversos (JOHNSON, SHAW, GANESHAN, 1998).

Algumas características dos AP's são listadas abaixo (GIRAFFA, 1999; FERNANDES, 2005):

- Comunicabilidade – capacidade dos agentes de se comunicar com outros agentes, pessoas ou seu ambiente;
- Autonomia – o agente deve ter a capacidade de funcionar sem intervenção humana, baseando suas ação em seu conhecimento sobre o ambiente;
- Habilidade social – capacidade de o agente interagir com outros agentes;
- Pró-atividade – o agente deve possuir iniciativa para alcançar um objetivo;
- Reatividade – o agente deve ser capaz de perceber mudanças em seu ambiente e atuar de acordo com essas mudanças;
- Aprendizagem – capacidade de aprender.

2.4 AIA E TRABALHOS RELACIONADOS

Na literatura, encontram-se diversos exemplos de ambientes interativos de aprendizagem (AIA) educacionais. Abaixo, alguns exemplos:

- AIHA – é um Ambiente Interativo e Heurístico de Aprendizagem que tem como objetivo oferecer ao aluno a oportunidade de construir seu conhecimento a partir

da apresentação do conteúdo de maneira fácil, interativa e progressiva, com a aplicação de atividades práticas on-line (RODRIGUES, 2004).

- MIRA – é um ambiente de aprendizagem de resolução matemática que apresenta problemas de álgebra básica aos alunos. Eles os interpreta e formula equações lineares para representá-los. Além disso, possui atividades de reflexão para incentivar as habilidades metacognitivas dos alunos (GAMA, BARREAU, BARBOSA, AMARAL, BARREIROS, 2003).
- Microguerra – um simulador na área de microbiologia (SEABRA, 1993).
- Dermatúnel - uma viagem ao centro da pele – desenvolvido pela Estação Ciência da USP e na cidade de Tatuí, interior de São Paulo, para o 62º Congresso da Sociedade Brasileira de Dermatologia. O ambiente simula uma viagem dentro da pele, mostrando as estruturas microscópicas que a compõem, bem como suas funções e importância (AMBIENTES, 2007).
- *The Biology Sleuth* – é um ambiente interativo de aprendizagem desenvolvido para estudantes da Ciência da saúde, com o objetivo de ajudá-los a formular hipóteses para explicar padrões de dados, a testar e refinar as hipóteses formuladas e a identificar dados que ajudam a gerar diagnósticos (DENNING, SMITH, 1994).

2.5 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou a evolução dos ambientes de ensino até a inserção da tecnologia de agentes inteligentes. Em seguida, fez uma revisão bibliográfica sobre agentes inteligentes, destacando os agentes pedagógicos. Por fim, apresentou alguns exemplos de Ambientes Interativos de Aprendizagem, inclusive na área de saúde.

O próximo capítulo apresenta a metodologia de Raciocínio Baseado em Casos, que é de extrema importância para o entendimento desta dissertação e o ensino baseado em casos.

3 RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

3.1 INTRODUÇÃO

A inteligência artificial é uma área que desperta interesse e encanta a muitos pesquisadores há vários anos.

Segundo o dicionário Houaiss (2001):

a inteligência artificial é o ramo da informática que visa dotar os computadores da capacidade de simular certos aspectos da inteligência humana, tais como aprender com a experiência, inferir a partir de dados incompletos, tomar decisões em condições de incerteza e compreender a linguagem falada.

O raciocínio baseado em casos é uma técnica da inteligência artificial que tem como objetivo resolver novos problemas, adaptando soluções utilizadas para resolver problemas anteriores (BARONE, 2003).

Neste capítulo, mostraremos um breve histórico sobre o RBC e apresentaremos as definições de alguns autores, levantando a discussão, entre alguns estudiosos, sobre o raciocínio baseado em casos ser uma metodologia ou uma técnica.

Em seguida, abordaremos o RBC, mostrando seu ciclo de desenvolvimento e conceituando cada fase do mesmo.

3.2 HISTÓRICO

O RBC teve como inspiração e ponto de partida os trabalhos de Schank e Abelson sobre a Teoria do roteiro e a Teoria da memória dinâmica (SÁ, 2002). Em 1977, eles propuseram que o conhecimento geral da mente humana sobre as situações fica armazenado na memória como roteiros (*scripts*) e, na ocorrência de um evento, o *script* referente a outro evento semelhante é recuperado (WANGENHEIM, 2003).

Em 1982, Schank apresentou o conceito de Pacote de Organização de Memória (MOP's), sendo este uma evolução dos roteiros, o qual representa os eventos através de cenas, adicionando informações contextuais específicas (HENRIQUES, 2006; LEE, 1998).

Outro estudo que contribuiu para a teoria do RBC foi o Raciocínio por Analogia, advindos dos trabalhos de Gick e Holyoak (1980) e Gentner (1983), que propôs um modelo teórico da analogia (WANGENHEIM, 2003; WATSON, 1994). Posteriormente, pesquisas na área das Teorias da Formação de Conceitos, Resolução de Problemas e da Aprendizagem

Experimental, dentro da filosofia e psicologia, também contribuíram para a discussão sobre esse tema.

Em 1993, Janet Kolodner desenvolveu o primeiro sistema de RBC, baseado no modelo de memória dinâmica de Schank, conhecido como *Cyrus*. Este se tratava de um sistema de perguntas e respostas que integram o conhecimento obtido das descrições das viagens e reuniões do ex-secretário de estado dos Estados Unidos, Cyrus Vance, o que explica a origem do nome do sistema. O objetivo do *Cyrus* era encontrar, para uma questão colocada ao sistema, soluções diplomáticas já postas em prática em situações anteriores (BARONE, 2003).

Aamodt e Plaza (1994) consideram que a base filosófica do RBC data de 1953, está no trabalho de Wittgenstein, intitulado *Philosophical Investigations*, no qual ele observou a particularidade de conceitos naturais, por exemplo: uma mesa é diferente de outra, porém tem atributos que podem ser similares àquela (COSTA, 1999).

3.3 DEFINIÇÃO

RBC é uma técnica de inteligência artificial para desenvolver sistemas baseados em conhecimento capazes de recuperar e reutilizar soluções que serviram para resolver situações similares no passado. Quando as pessoas resolvem problemas, elas buscam, em sua mente, informações de situações semelhantes e utilizam aquela experiência para resolver o problema atual. Algumas vezes essa experiência se origina de outras pessoas, mas foi adicionada à memória de raciocínio humano através da descrição oral ou escrita daquele fato.

Um sistema que utiliza RBC retém a memória de problemas passados com suas soluções e resolve novos problemas pela referência daquele conhecimento. Diante de um problema dado, o sistema de RBC pesquisará sua memória de casos passados, conhecida como Base de casos, e tentará encontrar um caso que possua a mesma especificação do problema que a situação atual contém. Se um caso idêntico em sua base de casos não for encontrado, procura-se o caso ou múltiplos casos que mais se aproximam da situação atual (PAL, SHIU, 2004).

Segundo Kolodner (1996), o RBC é uma técnica que busca resolver novos problemas adaptando soluções utilizadas para resolver problemas anteriores. Ela afirma que, da mesma maneira como as pessoas usam casos para resolver problemas, as máquinas também poderão usar.

De acordo com Carbonell e Gentner, o RBC é uma técnica de resolução de problemas por analogia, ou seja, identifica pontos similares entre situações anteriores e atuais, a fim de analisar a solução encontrada para a criação de uma nova solução (GENTNER, 1983; CARBONEL, 1993).

Aamodt e Plaza afirmam que o RBC serve para resolver um novo problema através da lembrança de uma situação passada similar e pelo reuso de informação e conhecimento daquela situação (AAMODT, 1994).

Outra conceituação de RBC é dada por Leake (1996)² (apud Cunha, 2003): “sistemas de raciocínio baseado em casos são baseados em lembranças”.

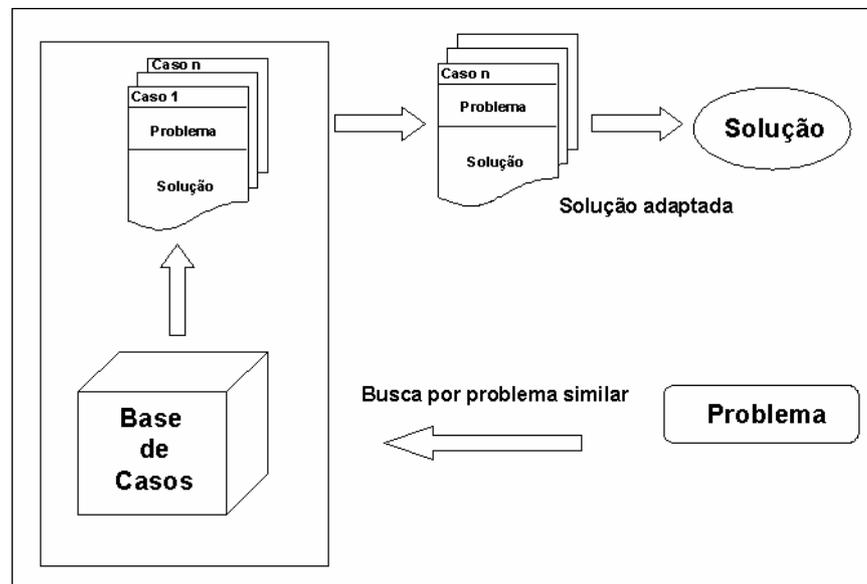


Figura 3.1: Demonstração gráfica de RBC
Fonte: (AAMODT, 1994).

A figura 3.1 representa graficamente a idéia geral do RBC. Entrega-se um problema novo e verifica-se, através de técnicas de similaridade, os pontos em comum entre o problema atual e outros que estão armazenados na base de casos, com suas respectivas soluções. Ao encontrar o caso ou grupo de casos mais semelhantes, adapta-se sua solução, caso seja necessário.

² Leake, D. B. Case-Based Reasoning: Experiences, Lessons, & Future Directions. AAAI Press, 1996.

3.4 METODOLOGIAS DO RBC

Aamondt e Plaza (1994) consideram que o paradigma de raciocínio baseado em casos inclui diferentes métodos de manipulação da informação contida nos casos. Esses pesquisadores apresentaram, em seu estudo sobre as variações de metodologias do RBC, os termos abaixo:

- Raciocínio baseado em exemplos: nessa abordagem, um conceito é definido, extensionalmente, como um grupo de seus exemplares. Nessa pesquisa, a solução de um problema está na classificação da tarefa, isto é, encontrar a classe certa para um exemplo não classificado. A classe do caso passado mais similar se torna a classificação do problema. Esse grupo de classes constitui um grupo de possíveis soluções e a adaptação, nessa metodologia, inexistente. O sistema PROTOS, de Porter e Bareiss, é um exemplo (SILVA, 1997).
- Raciocínio baseado em instâncias: este é uma especialização do raciocínio baseado em exemplos. Nessa abordagem, é necessário um número relativamente grande de instâncias para chegar a uma definição de conceito. Normalmente, a representação das instâncias é simples, haja vista que o foco principal se concentra no estudo da aprendizagem automatizada, sem interferência humana.
- Raciocínio baseado em memória: essa abordagem assume uma coleção de casos como uma grande memória e o raciocínio como o processo de acesso e pesquisa nessa memória. Uma característica desse método é a utilização de técnicas de processamento paralelo, o que distingue essa metodologia das demais. Como exemplo, temos o raciocínio baseado em memórias de Stanfill (Ibid.).
- Raciocínio baseado em casos: embora seja usado como um termo genérico, o método de RBC possui características que o distinguem das demais abordagens, pois um típico caso possui um certo grau de riqueza de informações contidas nele e uma certa complexidade com respeito à organização interna. A adaptação ou modificação existe.
- Raciocínio baseado em analogia: termo usado, algumas vezes, como sinônimo do raciocínio baseado em casos. É frequentemente usado para caracterizar métodos que resolvem novos problemas, baseado em casos anteriores, de um domínio diferente, o que não ocorre no típico método baseado em casos.

3.5 VANTAGENS DO RBC

O RBC possui vantagens importantes em relação aos demais sistemas baseados em conhecimento tradicionais. Nos sistemas baseados em regras, por exemplo, o processo de aquisição do conhecimento pode ser trabalhoso e pouco confiável por ser difícil expressar, através de regras, o conhecimento tácito adquirido pelos especialistas, muitas vezes, em áreas de conhecimento ainda imaturas (LEAKE, 1996).

Nos sistemas baseados em casos, o conhecimento não é representado por regras, mas por exemplos e isso facilita a expansão do sistema, visto que é mais fácil adicionar casos concretos a ele do que reescrever regras extensas (TENBACK, 1994).

Os sistemas baseados em conhecimento apresentam problemas com a implementação e a manutenção. Na implementação, o RBC identifica características relevantes dos casos, o que se torna mais fácil que criar regras ou explicar modelos. Com relação à manutenção, o sistema é capaz de aprender com a adição de problemas recém-resolvidos, ou seja, novo conhecimento, na base de casos. Outro benefício significativo para a manutenção do conhecimento é a capacidade que o usuário tem para acrescentar casos que faltam na biblioteca de casos, sem a intervenção do especialista (BARONE, 2003; LEAKE, 1996).

Os Sistemas de RBC possuem aprendizado automático, pois aprendem automaticamente através da aquisição e seleção de novos casos; e incremental. Então, eles podem começar com um grupo limitado de casos, em sua biblioteca, para serem comparados aos novos problemas. Daí pode-se afirmar que, nesses sistemas, apenas precisa-se armazenar inicialmente tipos de problemas que acontecem na prática, enquanto os demais sistemas devem armazenar todos os problemas que são possíveis no princípio (Ibid).

Em se tratando de sistemas de gerência de banco de dados (SGBD), apesar de poderem interrelacionar conjuntos de itens e de serem capazes de acessar grandes quantidades de dados rapidamente, eles são projetados para realizar correspondências exatas entre informações armazenadas, enquanto os sistemas RBC se baseiam em correspondências inexatas (WANGENHEIM, 2003).

Kolodner e Leake (1996) citam vantagens como: permitir soluções para os problemas rapidamente e soluções em um domínio parcialmente compreendido, já que eles trabalham com experiências (KOLODNER, LEAKE, 1996). Ao armazenar os casos de sucesso ou fracasso em sua memória de casos, o sistema aumenta o seu conhecimento e, conseqüentemente, seu domínio se torna mais compreensível, o que aumenta o seu

desempenho, pois a capacidade em recuperar casos mais similares aumentará, exigindo, assim, menos adaptações nas soluções encontradas.

Um outro ponto que Leake (1996) destaca é o reconhecimento por parte dos usuários. Ele explica que o sucesso do desenvolvimento de sistemas de inteligência artificial está na aceitação dos usuários, ou seja, nenhum sistema é útil até seus usuários aceitarem seus resultados. Sistemas de redes neurais não fornecem explicações sobre suas decisões e sistemas baseados em regras devem explicar suas decisões pela referência de outras regras que os usuários podem não entender ou aceitar totalmente. Por outro lado, sistemas RBC são baseados em casos reais, sendo assim, as justificativas são sempre consistentes com as soluções, por serem as próprias experiências, o que aproxima sistemas de raciocínio baseado em casos com o comportamento humano (BARONE, 2003; LEAKE, 1996).

3.6 APLICAÇÕES DO RBC

Existem duas classes principais de RBC na resolução de problemas e interpretativo.

O objetivo de sistemas RBC solucionador de problemas é usar soluções de casos passados para gerar soluções para um novo problema (LEAKE, 1996). Nesse tipo de sistema, o caso realiza duas tarefas principais: sugerir uma solução inicial que, se for necessário, adapta-se para se adequar à nova situação; e alertar sobre a possibilidade de ocorrer fracasso (GSI, 2002). São utilizados em uma variedade de aplicações, como: planejamento, diagnóstico e projeto.

- Planejamento: determinação de um conjunto de procedimentos, de ações, visando à realização de determinado projeto, ou ainda, é o processo de sugerir uma seqüência de passos ou uma lista de eventos que, ao serem executados, produzem, no universo, o estado pretendido (GSI, 2002; HOUAISS, 2001). Tem-se, como exemplos, o PLEXUS, responsável pelo planejamento de tarefas cotidianas; e o CHEF, que cria novas receitas culinárias a partir de outras já existentes (WANGENHEIM, 2003; ALTERMAN, 1988).
- Diagnóstico: o sistema de resolução de problemas recebe um conjunto de sintomas para explicar ou esclarecer o que foi responsável pelo que aconteceu. Esse tipo de sistema usa casos para sugerir explicações para os sintomas e alertar para as soluções que não obtiveram sucesso no passado (SIMÕES, 2003). Exemplos desse tipo de sistema são SHRINK (diagnóstico psiquiátrico), CASEY (diagnóstico de

problemas cardíacos) e o PROTOS (diagnóstico de distúrbios auditivos) (CAMARGO, 1999).

- Projeto: baseado na descrição de problemas através de um conjunto de restrições. Usa casos para propor soluções, decompondo problemas, quando necessário, e usando restrições para síntese das respostas. Como exemplos, temos o JULIA, que planeja menus de refeições; o CYCLOPS, para projeto de paisagens; e o KRITIK, utilizado para projetar pequenas peças mecânicas (WANGENHEIM, 2003; SIMÕES, 2003).

No RBC interpretativo, o objetivo é formar um julgamento ou classificação sobre uma nova situação através da comparação e contraste com casos que já foram classificados. A entrada é uma situação ou solução e a saída é a classificação da situação. Ele avalia uma solução, argumentação, justificativa de uma solução, e a projeção dos efeitos de uma decisão. Representando esse tipo de sistema, temos o HYPO, que assessora violação de patentes; e o BATTLE PLANNER, para planejamento militar.

Na área de saúde, tem-se:

- Dieta do tipo sangüíneo: sistema RBC que, dependendo do tipo sangüíneo, sugere a dieta alimentar mais adequada (DALFOVO, 2003);
- Fonoaudiologia: sistema conhecido como Áudio-In, que auxilia o profissional de fonoaudiologia a escolher aparelhos de amplificação sonora adequado (FERNANDES, 2004).
- Diagnóstico nutricional: analisa as avaliações nutricionais dos pacientes e prescreve dietas de acordo com suas necessidades (THÉ, 2006).
- FM-Ultranet: sistema que detecta má formações e anormalidades do feto através de exames de ultra-sonografia (NILSSON, 2004).
- *Care-Partner*: sistema que fornece suporte médico a transplantados, conectando as pessoas que cuidam desses pacientes com o hospital onde fizeram sua cirurgia (ibid).
- Sistema de apoio para o diagnóstico de enfermidades orais utilizando raciocínio baseado em casos: utiliza a técnica de RBC para identificar doenças na boca, através da análise de casos passados e seus respectivos tratamentos (WEISSHEIMER, 2003).

Na área jurídica, temos:

- Recuperação da informação jurídica em sistemas baseado em casos: trabalho que descreve um modelo de recuperação de informação para amplas bases de textos jurídicos, com a finalidade de fornecer ao profissional do direito as jurisprudências mais semelhantes para a solução do seu problema (BUENO, 1999).
- Modelo RBC aplicado à jurisprudência da justiça federal: o trabalho propõe um modelo de raciocínio baseado em casos, utilizado para recuperação de documentos jurídicos semelhantes e adequados a uma determinada solução (BRAGA, 2001).
- Raciocínio baseado em casos para apoio à identificação de possíveis suspeitos de crimes: facilita o reconhecimento dos suspeitos de crimes, no processo de investigação, visto que as chances de que dados (ou foto) do criminoso em questão estejam no meio daqueles fichados são grandes (MILLÉO, 2002).
- Aplicação do raciocínio baseado em casos para representar o conhecimento de decisões tributárias em sistemas de recuperação de informação: o sistema automatiza a emissão de decisões para a sentença final dos julgamentos (BARRETO, 2002).

Na gestão ambiental, temos:

- Utilização do método de raciocínio baseado em casos numa base de casos de doenças de soja: *software* que identifica as diversas doenças de soja e suas ações de tratamento (FERNANDES, 1999).
- *WOODSS*: aplicação de raciocínio baseado em casos a sistemas de apoio à decisão ambiental (KASTER, 2000).

3.7 ABORDAGEM RBC

Os Sistemas de RBC são elaborados a partir dos quatro processos ou fases que compõem o ciclo RBC, conhecidos pelos 4 R's (recuperar, reutilizar, revisar e reter), demonstrados, graficamente, abaixo.

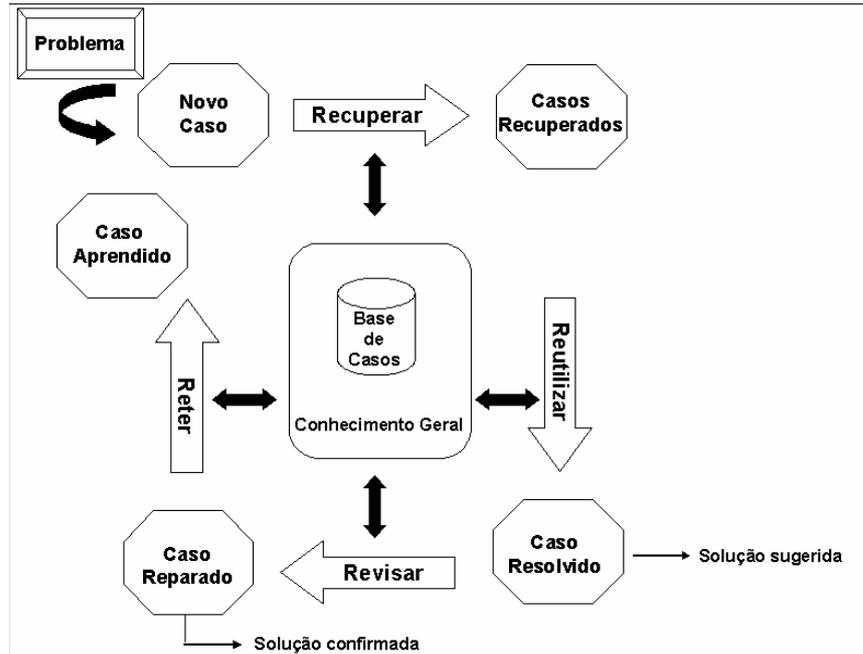


Figura 3.2: O ciclo do RBC.

Fonte: (Aamodt e Plaza, 1994).

Inicialmente, temos a descrição de um problema que define um novo caso. A partir desse novo caso, faz-se uma busca, na base de casos, por um caso ou um conjunto de casos mais semelhante à situação atual. Recupera-se esse caso, então, através de métricas de similaridades que serão mostradas mais adiante (AAMODT, 1994).

Após a seleção dos casos mais semelhantes, reutiliza-se a informação e o conhecimento daquele caso para resolver o problema. Em seguida, revisa-se a solução proposta, adaptando-a quando necessário, pois, algumas vezes, o caso é totalmente similar e, sendo assim, problemas similares possuem soluções semelhantes (WANGENHEIM, 2003; AAMODT, 1994).

Depois de reparar o caso, deve-se retê-lo na memória de casos e, nessa fase, ocorre a aprendizagem. Quanto maior a base de casos, maiores serão as chances de recuperação das melhores e mais adequadas soluções, como também a decisão de reter as soluções propostas na biblioteca de casos (WATSON, 1994; BARONE, 2003).

Resumindo as etapas para a construção de um sistema de raciocínio baseado em casos, temos:

- Seleção da base de informação que formará a base de casos;
- Análise e definição de quais são os atributos relevantes nessas informações, visto que serão usados para a solução do problema;
- Definição de índices para os casos, para possibilitar a recuperação dos casos;

- Escolha dos métodos de recuperação de casos para a verificação da similaridade entre casos da memória de casos e o novo problema;
- Determinação de como será a adaptação do caso ou casos recuperados para solucionar o novo problema;
- Definição do processo de aprendizagem, ou seja, avaliação se as soluções que apresentaram sucesso devem ser armazenadas ou não, pois se deve evitar redundâncias na base de casos e verificar se há falha na solução, para o sistema explicar e aprender com ela, evitando-a no futuro.

As etapas relativas à investigação do RBC podem ser agrupadas em cinco áreas:

- Representação do conhecimento
- Métodos de recuperação de casos
- Métodos de reutilização de casos
- Métodos de revisão de casos
- Métodos de retenção de casos

Abaixo, discute-se os principais conceitos de cada método ou fase.

3.7.1. Representação do Conhecimento

A forma principal de representação do conhecimento, em um sistema de RBC, são os casos (WANGENHEIM, 2003).

Segundo Kolodner (1996), um caso é uma parte contextualizada de conhecimento, representando uma experiência. Contém a lição fundamental, que é objetiva do caso, e o contexto em que ela pode ser aplicada (KOLODNER; LEAKE, 1996).

Os casos podem ser de várias formas e tamanhos, podem representar diferentes tipos de conhecimento e ser armazenados de diferentes formas, dependendo do propósito do sistema. Podem representar pessoas, objetos, situações, diagnósticos, planos ou regras (PAL, SHIU, 2004).

Um caso é composto tipicamente pelos seguintes componentes principais:

- Descrição do problema: descreve, através de características, o problema de entrada que necessita ser resolvido ou uma situação que precisa ser interpretada. Kolodner considera que nessa descrição deve-se incluir os aspectos que contribuem para atingir a meta que é representada pelo caso, além de incluir características que são usadas para descrever casos do tipo em estudo (BARONE,, 2003). Tal descrição

deve conter os objetivos a serem atingidos pela solução do problema, as restrições impostas a esses objetivos e os atributos do problema (WANGENHEIM, 2003).

- Descrição da solução: é a solução propriamente dita. Deve conter os passos necessários para resolver o problema, a justificativa da seleção daquela solução, as soluções aceitáveis que não foram escolhidas, as soluções excluídas por serem inaceitáveis e as expectativas dos resultados após implementação da solução escolhida (FERNANDES, 2005).
- Resultado da aplicação: descreve a consequência da aplicação da solução sugerida. Deve conter o próprio resultado, se ele atendeu às expectativas, tornando-se um sucesso, ou se houve falhas. Caso haja fracasso, deve-se explicar o motivo da falha, criar estratégias para evitar tais problemas e apontar soluções alternativas. A representação desse componente, em um caso, é opcional (WANGENHEIM, 2003).

Um caso é uma experiência vivida pela primeira vez, pois, quando as tarefas são executadas nas demais vezes, usa-se o que foi aprendido na primeira vez, tornando-se uma rotina (FERNANDES, 2005).

Alguns formalismos como redes semânticas, *frames* e *scripts* podem ser utilizados para representar casos em sistemas de raciocínio baseado em casos. Abaixo, tem-se uma breve descrição deles.

3.7.1.1 Redes semânticas

As redes semânticas representam o conhecimento através de grafos ligados por nós. Cada nó representa um objeto ou classe de objetos e os arcos ou arestas dirigidas representam os relacionamentos binários entre essas unidades conceituais (BITTENCOURT, 2005).

Um exemplo de rede semântica é ilustrado na Figura 3.3.

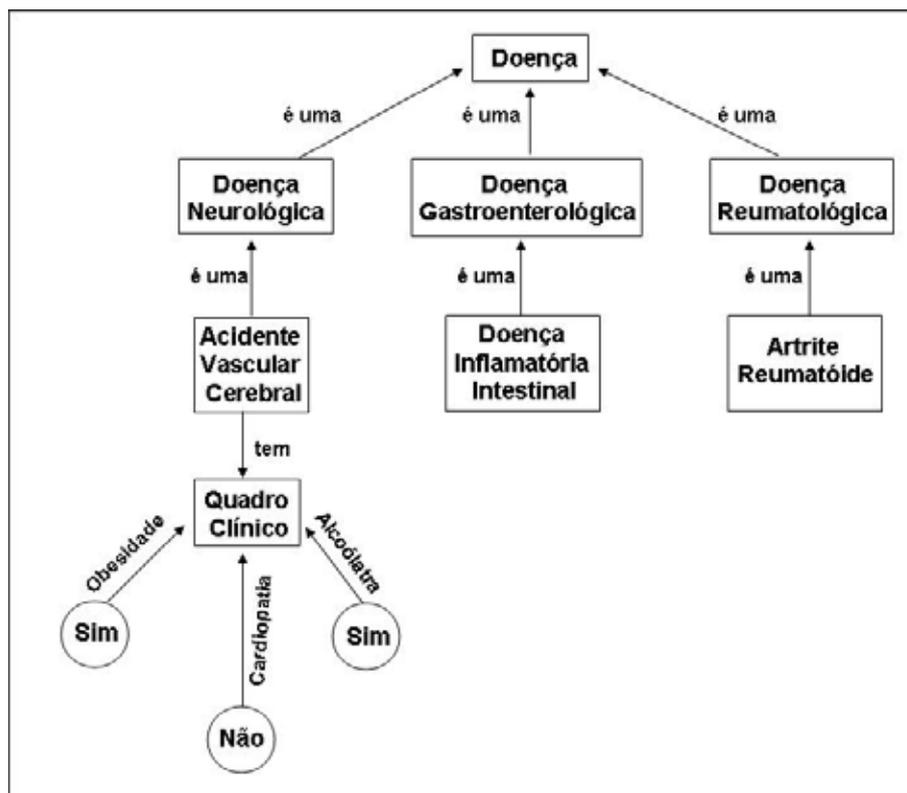


Figura 3.3: Exemplo de rede semântica.
Fonte: (BARONE, 2003)

No exemplo acima, tem-se:

- Doença Neurológica, Doença Gastroenterológica e Doença Reumatológica herdam as características de Doença (“é uma”);
- Acidente Vascular herda as características de Doença Neurológica (“é uma”);
- Doença Inflamatória Intestinal herda as características de Doença Gastroenterológica (“é uma”);
- Artrite Rematóide herda as características de Doença Reumatóide (“é uma”);
- Quadro Clínico tem os atributos Obesidade = Sim, Cardiopatia = Não e Alcoólatra = Sim;

Os arcos “é uma” são comuns em redes semânticas e são usados para determinar abstrações semânticas de generalização e agregação, respectivamente. O arco tem é específico do domínio e é conhecido como traço (BITTENCOURT, 2005).

A base de dados pode ser organizada através das abstrações semânticas mais usadas nos modelos semânticos. São elas: agregação, associação, classificação e generalização (SAYAO, 2007).

A agregação ocorre quando objetos são agrupados em um relacionamento de composição e é caracterizada como relacionamento “parte de”.

A associação se caracteriza quando objetos são agrupados segundo a necessidade em satisfazer algum critério. Esse relacionamento é conhecido como “membro de”.

A classificação ocorre quando objetos são agrupados por serem instâncias particulares de um tipo mais geral; são conhecidos como “instância de” ou “exemplo de”.

A generalização ocorre quando os objetos ou as entidades são agrupados em níveis de hierarquia. Os níveis mais baixos são vistos como subtipos dos níveis mais altos. Esse tipo de abstração semântica é conhecido como “é um”.

As vantagens de utilização de redes semânticas são (BARONE , 2003; BUENO, 1999):

- Grande organização da base de conhecimento e simplificação sobre a forma de representar o problema;
- Como todas as informações a respeito de um objeto se encontram representadas, pode-se verificar se elas são novas, inconsistentes ou, ainda, derivadas de relações anteriores, além de recuperar informações de maneira mais fácil;
- Flexibilidade – nodos e arcos podem ser adicionados a medida que novos fatos são conhecidos;
- Inteligibilidade - devido a sua tendência de orientação à objeto, sua estrutura de representação, suas características, associativa e classificatória, tornam-se semelhantes com a memória humana;
- Herança - permite que o seu desenvolvimento tenha uma determinada hierarquia para os objetos, dessa forma, qualquer "objeto-filho" (subclasse) herda automaticamente todas as propriedades do "objeto-pai" (superclasse)..

Por outro lado, suas desvantagens são:

- Falta de padronização na representação;
- Poucas linguagens de representação implementadas;
- Falta de semântica formal.

3.7.1.2 Frames

Surgiu a partir dos estudos de Marvin Minsky, em 1975 (MINSKY, 1975). Um frame ou quadro é uma coleção de atributos, conhecidos como *slots*, os quais, através dos valores que lhes são associados, descrevem um objeto (COSTA, 1999).

Um quadro pode receber como atributo outro quadro, criando uma coleção de *frames* dependentes. Os atributos apresentam propriedades, chamadas facetas, que se referem ao tipo de valores e restrições de número associadas a cada atributo (MACHADO, 2005).

Como mecanismos de inferência nos *frames*, temos a herança e a instanciação (BITTENCOURT, 2005). O conceito de herança é análogo ao aplicado na orientação a objetos. Ela ocorre quando uma classe inferior ou subclasse herda as propriedades e características da classe ou classes hierarquicamente superior a esta.

A Figura 3.4 ilustra um exemplo de *frame*.

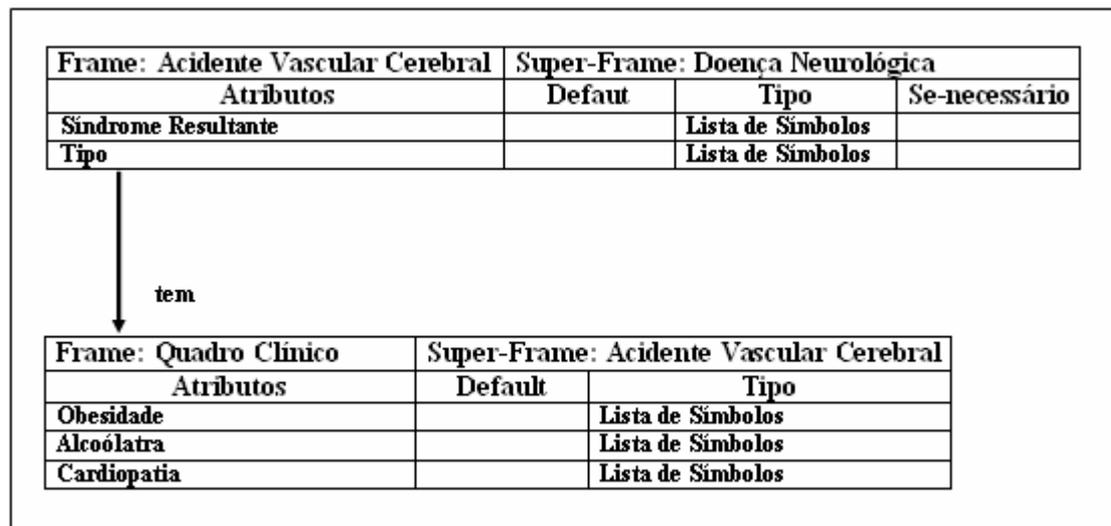


Figura 3.4: Exemplo de *frame*

Fonte: Bittencourt (2005).

Analisando a figura 3.4, podemos concluir que Quadro Clínico é uma subclasse de Acidente Vascular Cerebral e herda todas as suas características. São elas: Síndrome Resultante e Tipo. Acidente Vascular cerebral “tem” um Quadro Clínico que tem, como atributos, obesidade, alcoólatra e cardiopatia. No exemplo acima, as facetas são compostas pelo campo Tipo e Se-necessário.

3.7.1.3 Formulários

Nesse tipo de representação, os casos são representados por um conjunto de campos chamados descritores, que são pares atributo-valor, os quais caracterizam a informação contida no caso (LEE, 1988).

Entre as vantagens desse tipo de representação estão (WANGENHEIM, 2003):

- Representação simples e fácil de implementar;
- Fácil armazenamento, podendo-se usar banco e dados relacionais, por exemplo;
- Implementação de medidas de similaridade eficientes e simplificadas;
- A recuperação eficiente é possível.

Por outro lado, a maior desvantagem desse tipo de representação é a incapacidade em representar qualquer tipo de informação estrutural ou relacional.

3.7.1.4 Memória dinâmica

Nesse modelo, a memória de casos é uma estrutura hierárquica chamada de Pacotes de Organização de Memória (MOP - *Memory Organization Packets*), que são referenciados como Episódios Generalizados (GE). Esse modelo permite a representação de eventos estereotipados e foi desenvolvido por Schank. Sua idéia básica é organizar casos específicos, os quais dividem propriedades similares através de uma estrutura mais geral (GE) (AAMODT, 1994).

Um episódio generalizado contém três tipos de objetos. São eles:

- Normas: são características comuns de todos os casos indexados ao episódio generalizado;
- Casos: são os próprios casos que formam a base de conhecimento;
- Índices: são características que discriminam os casos do GE. Um índice é composto de dois termos - um nome e um valor.

A Figura 3.5 ilustra uma estrutura de casos e episódios generalizados.

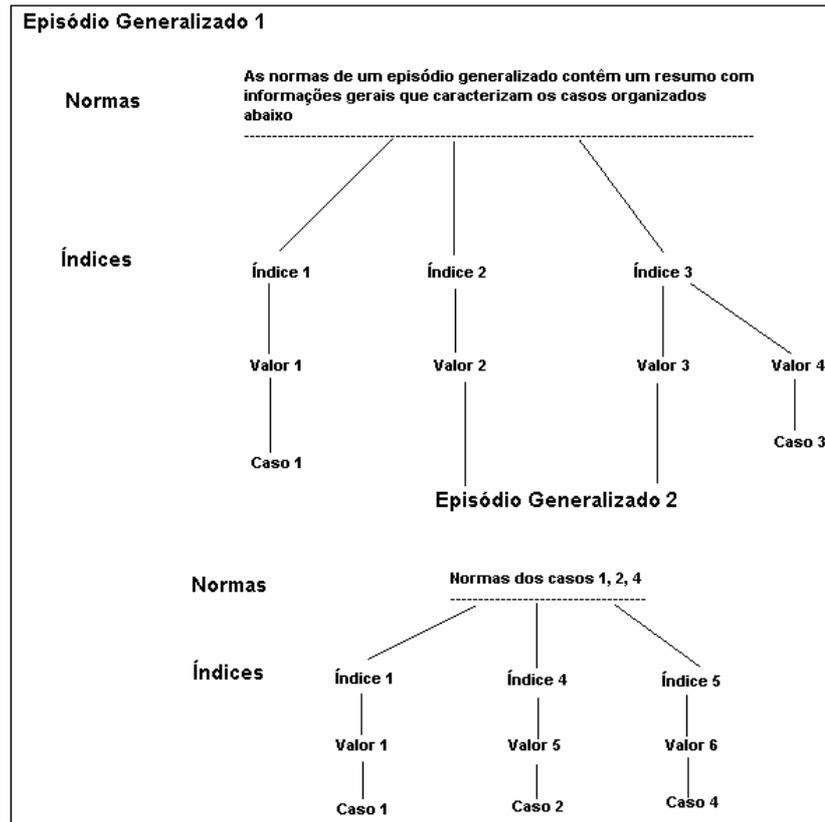


Figura 3.5: Estrutura de casos e episódios generalizados
Fonte: Aamodt e Plaza (1994).

A Figura 3.5 ilustra um GE complexo, casos subjacentes e um Ge mais específico. Toda a memória de casos é uma rede e cada representa um episódio generalizado, contendo normas, caso, nome de índice e valor de índice, que apontam apenas para um único caso ou um único GE.

Quando uma nova descrição de caso é fornecida, varre-se a estrutura da rede, a partir do nó raiz, com o intento de determinar o melhor posicionamento para armazenar o novo caso. Nessa busca, comparam-se as características do novo caso com as características dos casos que compõem a rede, armazenando-o no GE mais adequado, ou seja, aquele que possui mais normas em comum com a descrição do novo problema. Durante o armazenamento do novo caso, se uma característica dele combinar com uma característica de um único caso existente, um episódio generalizado é criado (AAMODT, 1994).

Essa forma de modelagem da memória é conhecida como dinâmica, porque os episódios generalizados são criados automaticamente, podendo se modificar com o tempo (BARONE, 2003).

3.7.1.5 XML

Extensible Markup Language (XML) é uma linguagem de marcação de dados que fornece um formato para escrever dados estruturados. Foi desenvolvida pela W3C (*World Wide Web Consortium*) para superar a linguagem HTML. A idéia básica da XML é a de que qualquer pessoa pode criar marcações que adicionam significado ao texto, bastando apenas, para isso, explicar qual é o significado daquela informação (NARDON, 2000). Para exemplificar, considere o texto abaixo:

“O paciente Pedro, identidade 1234567, deu entrada no hospital X com cefaléia, sem deambular, sem resposta verbal e hemiparesia do membro superiore esquerdo. Pedro tem 65 anos, não é diabético, nem é fumante, mas é obeso e hipertenso, além disso, segundo exames, possui colesterol alto. Foi diagnosticado AVC isquêmico”.

Representando as informações acima, através da XML, tem-se:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<Laudo>
  <Paciente identidade = "1234567">
    <Nome> Pedro </Nome>
    <Idade> 65 </Idade>
    <Diabetico> Nao </Diabetico>
    <Fumante> Nao </Fumante>
    <Obeso> Sim </Obeso>
    <Hipertenso> Sim </Hipertenso>
  </Paciente>
  <Exames>
    <Colesterol> alto </colesterol>
  </Exame>
  <Diagnostico>
    <Avc>
      <Tipo> Isquêmico </Tipo>
    </Avc>
  </Diagnostico>
</Laudo>
```

A primeira linha (<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>) indica a criação de um documento XML. As marcações que ficam entre os símbolos < e > são conhecidas como *tags* e são atribuídas livremente pelo desenvolvedor. Para iniciar a *tag*, basta colocá-la entre os símbolos < e >, e, para finalizá-la, deve-se iniciar com os símbolos </>. Por exemplo, <Paciente> para iniciar e </Paciente> para fechar (NARDON, 2000).

Um documento XML possui atributos e elementos, estes são as informações que ficam entre as *tags* e aqueles são informações acrescentadas a uma *tag*. Como exemplos de elementos temos: <Diabético>, <Laudo> etc. Como exemplo de atributo, temos “identidade”, que é uma informação adicional à *tag* <Paciente>.

Após a criação do documento XML, um *Document Type Definition* (DTD) é criado para validação das *tags*.

Vantagens da XML (LOHMANN, 2005):

- Extensibilidade;
- Separa a interface com o usuário, a apresentação, dos dados estruturados;
- Havendo necessidade de especificar documentos diferentes dos previstos inicialmente, basta modificar ou criar uma nova DTD.

3.7.2 Indexação

Segundo Watson, a indexação significa atribuir índices aos casos para facilitar a recuperação (WATSON, 1994). Ela determina o que deve ser comparado entre os casos, orientando, assim, a avaliação da similaridade. É uma fase de fundamental importância no RBC, pois um bom descritor permitirá encontrar similaridades úteis nos casos da base, recuperando os mais relevantes (LEE, 1998).

Quando um novo problema é descrito, os índices apontarão quais características dos casos serão comparadas para a verificação da similaridade entre esses campos. Após essa comparação, utilizando métricas de similaridade que serão discutidas adiante, determina-se o caso ou os casos mais semelhantes que podem solucionar o problema inicialmente descrito.

De acordo com Kolodner, o vocabulário de indexação é composto por duas partes: dimensões e valores para cada dimensão. Ela ainda divide a definição do vocabulário de indexação em duas tarefas (KOLODNER, LEAKE, 1996):

- Abordagem funcional: verificam o que pode ser usado de cada caso e as maneiras que ele precisa ser descrito para se tornar disponível.
- Abordagem de lembrança: é naturalmente empregada por especialistas humanos e os engenheiros do conhecimento, quando eles se deparam com um problema e necessitam selecionar índices para resolvê-lo. Esses especialistas do domínio julgam quais tipos de descritores são importantes para o levantamento da similaridade e em quais circunstâncias devem ser empregados.

Os índices devem ser (WATSON, 1994):

- Preditivos, ou seja, devem conhecer, previamente, de que maneira a informação será recuperada;
- Direcionados a atender as finalidades do uso do caso, então devem endereçar as similaridades úteis entre eles;
- Abstratos suficientemente para permitir a ampliação futura da base de casos;
- Concretos suficientemente para serem reconhecidos no futuro.

A indexação pode ser manual ou automática, como descrito a seguir.

Os casos que farão parte da base de casos podem ser indexados manualmente. Para tanto, pode-se (WANGENHEIM, 2003):

- Indexar caso baseado em tarefas: segundo esse método, examinam-se as tarefas ou metas para as quais um caso pode ser usado, transformando as características relevantes, que indicam a utilidade do caso, em índices;
- Ter uma definição *top-down* de índices relevantes;

Existem vários métodos automáticos de indexação que são utilizados, apesar de Kolodner afirmar que escolher os índices manualmente retorna o melhor desempenho do sistema. São métodos automáticos (KOLODNER, LEAKE, 1996):

- Métodos de aprendizagem indutiva: identificação das características que determinam as conclusões para serem usadas como índices;
- Técnicas de generalização baseados em explicação: casos analisados individualmente, verificando-se as características que ajudarão a construir a solução. Tais características serão os índices;

- Indexação baseada em diferenças: os atributos que diferenciam um caso de outro serão selecionados como índices;
- Análise matemática: análise numérica dos atributos e elementos do domínio com o objetivo de identificar quais deles determinam ou influenciam a solução para serem selecionados como índices.

3.7.3 Recuperação dos Casos

O objetivo dessa etapa é recuperar os casos semelhantes e, para isso, usa-se métricas de similaridade.

A recuperação de casos se divide em três etapas, como descritas abaixo (AAMODT, 1994).

- Identificação das características: tem o objetivo de informar ao sistema as características relevantes para a solução do problema. Aquelas descrições desconhecidas podem ser descartadas ou pode-se requisitar explicações do usuário.
- Comparação: essa etapa se divide em duas subtarefas:
 - Casamento inicial: recupera um conjunto de candidatos plausíveis à recuperação;
 - Busca: seleciona o melhor candidato entre o grupo de casos recuperados na sub tarefa anterior.

É exatamente nessa fase que se verifica a similaridade entre duas experiências, ou seja, o grau de semelhança entre as mesmas. Alguns testes para verificar a relevância do caso recuperado são geralmente executados. Um desses testes é checar se a solução recuperada está em conformidade com o tipo de solução esperada para o novo problema. É necessário aplicar um modo de avaliar a similaridade e, para isso, utilizamos as métricas.

- Seleção: processo de escolher, a partir de um grupo de casos similares, o melhor (AAMODT, 1994). Isso pode ser feito durante o processo inicial de comparação que retorna àquele que possui maior grau de semelhança.

Existem três modos de recuperar um caso (WANGENHEIM, C., WANGENHEIM, A, 2003):

- Acompanhando os índices apontados para as características dos problemas;

- Procurando uma estrutura de índices;
- Buscando um modelo de domínio de conhecimento geral.

Nessa etapa do ciclo RBC, três importantes fatores devem ser considerados (FERNANDES, 2005):

- Eficiência: velocidade com que o sistema recupera os casos;
- Precisão: grau de casos recuperados que podem ser utilizados para satisfazer o objetivo proposto;
- Flexibilidade: grau de recuperação de casos para raciocínios inesperados.

3.7.3.1 Similaridade

Essa etapa diz respeito à comparação do caso que é descrito como entrada do sistema com os casos que estão armazenados na base de casos. Essa atividade de comparação é realizada no nível dos atributos e é um ponto que merece extrema atenção, visto que todo raciocínio que fundamenta a técnica de RBC se encontra nessa etapa (Ibid).

Aamodt e Plaza (AAMODT, 1994) subdividem a similaridade em dois grupos:

- Similaridade sintática: é mais superficial e compara seus atributos por sua semelhança sintática. Tem vantagem nos domínios onde o conhecimento geral é muito difícil ou impossível de se adquirir;
- Similaridade semântica: diferente da similaridade sintática, nesse a avaliação é mais profunda, verificando o sentido ou significado dos casos, comparando-os.

A similaridade ainda pode ser classificada como (JULIO, 2005):

- Similaridade local: aplicada quando se deseja uma compreensão melhor sobre a similaridade de um caso e um novo problema, pois ela é determinada entre atributos específicos.
- Similaridade global: determina-se a utilidade de um caso em relação a uma determinada pergunta.
- Similaridade estrutural: exige uma consistência estrutural entre os casos e um dos nós conceitos;
- Similaridade organizacional: é relacionada com a similaridade imposta aos casos que ficam armazenados em lugares próximos à base de casos.

- Similaridade pragmática: ocorre quando duas partes serão pragmaticamente similares se ocuparem funções semelhantes em suas respectivas situações.

3.7.3.1.1 Métricas de similaridade e métodos de recuperação de casos

Delpizzo afirma que a Métrica de similaridade é uma função que tem por objetivo medir a similaridade entre dois casos, sendo ela utilizada como guia nas buscas dos casos mais similares (DELPIZZO, 1997).

Lee afirma que a Métrica de similaridade é uma função que mede numericamente os graus de similaridade entre os dois casos.

Abaixo, descreveremos alguns exemplos de métricas.

- **Matching e ranking** (Comparação e Ordenação)

Match é o processo que compara dois casos e verifica o grau de similaridade entre eles. Possui a possibilidade do uso de um *score* que representa o grau de similaridade, determinando se o caso é suficientemente similar (JÚLIO, 2005).

Ranking ordena os casos parcialmente emparelhados (*partially-matching*), de acordo com aquele que é melhor ou mais útil que o outro (FERNANDES, A, 2005).

- O vizinho mais próximo (*Neighbour Retrieval*)

A idéia básica dessa técnica é a de que as ocorrências, em uma base de casos, podem ser vistas como pontos em um espaço multidimensional. A distância espacial, entre as representações dos casos, reflete a similaridade entre eles. Dessa forma, deseja-se buscar geograficamente o vizinho mais próximo, depois de calcular a distância (similaridade), segundo a fórmula abaixo (WANGENHEIM, 2003).

$$\text{Similaridade (N, F)} = \sum_{i=1}^n f(N_i, F_i) * W_i$$

Na fórmula acima, temos:

N = Novo caso.

F = Casos existentes na memória de casos.

n = número de atributos.

i = atributo individual, variando de 1 a n.

f = função de similaridade para o atributo i nos casos N e F.

W = peso do atributo i.

Essa fórmula avalia a similaridade entre o novo caso e os casos armazenados na base, com o intento de encontrar o mais similar. Assim, ela é caracterizada por encontrar a similaridade global do caso.

Normalmente, a similaridade varia de 0, sem similaridade, a 1, similaridade exata. Nesse último tipo, não há necessidade de realizar adaptações no caso. A atribuição dos pesos deve ser maior para as características mais importantes (JÚLIO, 2005).

A similaridade local deve ser avaliada e, para isso, usam-se alguns tipos de representação de casos, como: numérico, conjunto, símbolo binário, intervalo, *string* etc.

Segundo Abel (1996), o método do vizinho mais próximo é efetivo apenas em banco de casos relativamente pequenos e, normalmente, usa-se essa técnica combinada a outras, a fim de alcançar uma conversão para a solução mais correta.

- Distância euclidiana

É a mais utilizada e trata da real distância entre dois pontos em um espaço multidimensional (FERNANDES, 2005).

$$\text{Distância } (x, y) = \left\{ \sum_i (x_i - y_i)^2 \right\}^{1/2}$$

- Distância euclidiana quadrada

É a real distância entre dois pontos em um espaço qualquer (Ibid).

$$\text{Distância } (x, y) = \sum_i (x_i - y_i)^2$$

- Distância euclidiana quadrada ponderada

Equivale à métrica da Distância Euclidiana, com a inserção de pesos W_i (JÚLIO, 2005).

$$\text{Distância } (x, y) = \sum_i w_i (x_i - y_i)^2$$

- Distância *city-block* (*Manhattan*)

Conhecida como a Métrica do quarteirão, é uma medida neutra, visto que pondera todas as diferenças da mesma maneira (WANGENHEIM, 2003). Assim, gera resultados parecidos com a distância euclidiana.

$$\text{Distância } (x, y) = \sum_i |x_i - y_i|$$

- Distância *chebychev*

Apropriada para casos em que é necessário obter o maior grau de diferença entre dois objetos em qualquer dimensão (FERNANDES, 2005).

$$\text{Distância } (x, y) = \text{Maximum} |x_i - y_i|$$

- Contagem de características (*Features Counts*)

Nesse método, contam-se os atributos iguais do caso armazenado na base de casos ao caso de entrada do sistema (WANGENHEIM, 2003). A cada atributo semelhante, soma-se 1 ao número de atributos coincidentes entre os dois casos. Aquele que, ao final, possuir mais atributos coincidentes com o caso de entrada, ou seja, obtiver uma soma maior, é considerado o mais similar.

- Regra do contraste ou Modelo de Tversky

Avalia a similaridade entre um caso C e uma nova situação S, utilizando um contraste linear de diferenças ponderadas entre seus atributos comuns e discordantes (Ibid).

A fórmula de Tversky é apresentada abaixo:

$$\text{Sim}(S, C) = \left(a \sum_{i \in S \cap C} w_i \right) - \left(b \sum_{i \in C - S} w_i \right) - \left(c \sum_{i \in S - C} w_i \right)$$

Temos que:

S= Caso-Situação

C= Caso da Base de Casos

$(S \cap C)$ = atributos com valores correspondentes

$(S - C)$ = atributos que aparecem apenas no Caso-Situação

$(C - S)$ = atributos que aparecem apenas no Caso da Base de Casos

a = peso dos atributos similares $(S \cap C)$

b, c = peso dos atributos que não estão presentes na intersecção $(S \cap C)$.

Suas principais características são [MARTINS, 2000]:

- Cada objeto é visto ou caracterizado por um conjunto de atributos ou descritores;
- Pela função de Tversky, tanto aqueles os atributos comuns aos objetos da comparação quanto aqueles que não são semelhantes devem contribuir para a mensuração da similaridade entre objetos, o que é uma vantagem com relação às outras métricas de similaridade.
- Recuperação indutiva

Melhor método, quando a meta da recuperação é bem definida. A idéia é construir uma árvore de decisão baseada em dados de problemas passados. Atributos relevantes, que melhor identifiquem os casos, são escolhidos. Ao encontrar o primeiro atributo, forma-se o primeiro nó da árvore e, em seguida, acham-se os dois próximos nós até finalizar toda a árvore. Após a construção da árvore, percorre-se a mesma com o caso de entrada até encontrar o mais similar. O último nó da árvore contém os casos mais semelhantes (KOSLOSKY, 1999).

A árvore de decisão fornece tempos de recuperação menores que a métrica do vizinho mais próximo (BARONE, 2003).

3.7.4 Reutilização de Casos

Depois da etapa de verificação da similaridade e de recuperação o caso mais adequado, pega-se a solução dele e tenta-se reutilizá-la para resolver o problema do caso atual. Essa reutilização é conhecida como Adaptação de casos.

Segundo Kolodner (1996), a adaptação ocorre quando se tem uma descrição do problema e uma solução que não estão completamente certas, manipulando-a, assim, para torná-la mais adequada de acordo com a descrição do problema.

Existem dois tipos de reutilização de casos (BARONE, 2003):

- Copiar: esse é um tipo trivial de reuso. Nas classificações de tarefas simples, as diferenças são abstraídas (consideradas irrelevantes), as similaridades são consideradas importantes e a solução do caso recuperado é transferida para a solução do novo caso.
- Adaptar: existem duas maneiras de adaptar casos passados, são elas,
 - a. Adaptação transformacional – a solução do caso recuperado não é automática com relação à solução do novo caso, mas ela possui algum conhecimento do domínio de aplicação que pode ser reaproveitado, ou seja, transformado em uma nova solução para satisfazer o novo problema (AAMODT, 1994). Ela se divide, ainda, em Adaptação estrutural e Adaptação substitucional. Na primeira, as regras de adaptação são aplicadas diretamente na solução do caso. A adaptação substitucional é flexível e suficientemente adaptável em sistemas voltados para tarefas de solução de problemas simples: é usada quando as descrições dos problemas dos casos recuperados e o atual são muito parecidas, modificando poucas informações, sem alterar a estrutura (WANGENHEIM, 2003).
 - b. Adaptação gerativa ou derivacional – reutiliza os algoritmos, métodos ou regras que geraram a solução original, a fim de produzir uma nova solução para o problema atual. Pode ser referida como reinstanciação e pode ser usada apenas em casos bem compreendidos (WATSON, 1994).

Podemos, ainda, encontrar na literatura outros tipos de adaptação, como: adaptação nula, soluções parametrizadas, abstração e especialização e reinstalação (FERNANDES, 2005).

Na adaptação nula, o nome já informa o conceito, ou seja, não há adaptação. Pesquisasse, na base de casos, por um caso similar, mas a solução encontrada é total ou parcialmente

utilizada. Significa dizer que, se for necessária alguma adaptação, ela é deixada por conta do usuário (WANGENHEIM, 2003). Útil para problemas que envolvem raciocínios complexos com soluções simples.

As soluções parametrizadas são uma técnica de adaptação estrutural que compara parâmetros específicos do caso recuperado e os do caso atual para modificar a solução na direção apropriada.

A abstração e especialização são técnicas gerais de adaptação estrutural usadas para realizar adaptações simples de forma complexa para gerar soluções criativas.

A reinstalação opera nos métodos utilizados na geração da solução original. Watson (1994) cita o sistema RBC conhecido como CHEF, no qual se pode reinstanciar galinha e ervilha em uma receita chinesa com carne e brócolis, criando, desse modo, uma nova receita.

3.7.5 Revisão de Casos

Ocorre quando uma solução de caso, gerada na fase de reutilização, não está correta, então há a necessidade de revisão da mesma, acontecendo, dessa forma, o aprendizado da falha (BARONE, 2003).

A revisão de casos consiste de duas tarefas (WANGENHEIM, 2003):

- A avaliação de soluções: avalia a qualidade da solução para verificar se esta deve ou não ser adicionada à memória. Essa etapa pode ser programada por meio de monitoração automática ou interação com o usuário. Para se obter um bom sistema, deve-se disponibilizar uma interface que permita a captação de *feedback* sobre o resultado da aplicação da solução sugerida. Isso é aconselhado, pois alguns sistemas ficam, por algum tempo, esperando os resultados.
- Eliminação de falhas: repara falhas que foram detectadas no sistema de RBC. Deve-se buscar as explicações dos motivos das falhas, porque, a partir delas, modifica-se a solução ou a maneira como o sistema chegou a estas, resolvendo o caso presente com sucesso e evitando que a falha ocorra novamente. O conhecimento do domínio específico é utilizado através da intervenção, que pode ser manual, do engenheiro de conhecimento.

3.7.6 Retenção de Novos Casos

Nesse processo, incorporam-se informações úteis à base de casos relacionadas à solução de um novo problema. A aprendizagem do sucesso ou da falha de uma solução proposta é disparada pela saída da evolução e do possível reparo. Isso envolve a seleção de qual informação do caso deve ser retida, de qual forma ela é retida e como é feita a indexação do caso para recuperação posterior em problemas similares. Além disso, deve-se saber integrar o novo caso à estrutura de memória (AAMODT, 1994).

3.8 ENSINO BASEADO EM CASOS

Khan e Yip (apud Thiry, 1999) apresentam quatorze princípios pedagógicos que facilitam o desenvolvimento de sistemas de ensino baseado em casos:

- ❖ **Ensino baseado em estórias:** essa estratégia explora o interesse dos estudantes de aprenderem através de estórias e o desejo dos professores e especialistas por contar estórias que encapsulam suas experiências. De acordo com Schank (1999), contar histórias é uma arte e contada todos os dias. Elas podem ser descrições sobre situações que passamos ou histórias de outras pessoas. São experiências prévias ou casos. Nas salas de aula, estudantes ouvem as histórias dos professores e relembram eventos, teorias e seus testes. Eles aprendem com essas narrativas, principalmente, quando elas são contadas de maneira interessante e em um momento apropriado. A arquitetura da aprendizagem baseada em casos explora a capacidade do estudante em aprender através de estórias e do desejo de seus professores de contá-las.
- ❖ **Ensino auto-direcionado:** os alunos são motivados a refinar seus modelos cognitivos através da auto-exploração de um ambiente que deve permitir os testes nos modelos.
- ❖ **Instrução significativa:** as estórias são mais bem apresentadas em um contexto que habilite o estudante a determinar onde ele está no conteúdo e como ele poderia se conectar a outras estórias.
- ❖ **Ensino dirigido ao impasse:** as estórias poderiam ser utilizadas para ilustrar pontos pedagógicos somente quando o estudante necessita saber a informação.
- ❖ **Instrução centrada na tarefa:** as habilidades devem ser ensinadas em tarefas em que o conhecimento é normalmente aplicado.

- ❖ **Ensino dirigido à falha:** os estudantes deveriam ser motivados a aprender a partir de situações de falha durante a execução de uma tarefa.
- ❖ **Ensino dedutivo:** as pessoas aprendem sobre um domínio, deduzindo regras generalizadas a partir de casos dados. Portanto, o ensino pode ocorrer através da apresentação de exemplos bem escolhidos.
- ❖ **Congruência instrucional:** uma seleção conduzida de exemplos assegura a realização de metas instrucionais pretendidas e evita erros de entendimento.
- ❖ **Raciocínio analógico:** os estudantes utilizam a lembrança de soluções passadas para resolver novos problemas. Essas soluções podem, ainda, ser generalizadas para serem aplicadas em outros domínios. Essa análise pode ser considerada o processo de entendimento por parte do estudante.
- ❖ **Estratégias de elaboração:** os alunos podem aprender a criar suas próprias explicações, se eles aprendem boas estratégias para elaborar o conteúdo dos exemplos trabalhados.
- ❖ **Auto-explicação:** os discentes aprendem através da construção de explicações que os ajudam a entender o conteúdo. Dessa forma, o entendimento do estudante pode ser testado pela análise de suas explicações.
- ❖ **Perguntas explicativas:** os estudantes aprendem através de respostas dadas a um conjunto de perguntas investigativas.
- ❖ **Explicações derivativas:** os professores incorporam suas explicações passadas na derivação de novas explicações.
- ❖ **Auxílio à memória:** as pessoas funcionam melhor quando são assistidas por uma memória externa que as auxilia com raciocínio analógico.

Segundo Costa (1999), alguns destes princípios estão claramente presentes nos trabalhos de Schank (1994) quando ele explora o raciocínio baseado em casos para a construção de explicações.

3.9 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou uma visão geral da metodologia de Raciocínio Baseado em Casos, descrevendo cada fase para a sua concepção – recuperação, reutilização, revisão e retenção.

Além disso, foram discutidas as diversas maneiras de representação do conhecimento, as opções de indexação e as formas de cálculo de similaridade.

Em capítulos posteriores apresentaremos as técnicas escolhidas e suas respectivas justificativas.

O próximo capítulo apresenta informações sobre o processo de diagnóstico e raciocínio médico, um breve histórico da área em que este trabalho está inserido – Informática na Saúde – além de discutir alguns trabalhos na área de saúde que utilizam a metodologia RBC.

4 DIAGNÓSTICO, RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS E ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL

4.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo introduz a área na qual este trabalho se insere – Informática em Saúde, descrevendo desta um breve histórico.

Em seguida, será apresentado o processo de raciocínio clínico e diagnóstico médico, seus métodos e estratégias, além de discussão de como o raciocínio por casos auxilia na construção do diagnóstico.

Finaliza-se abordando o domínio deste trabalho: Acidente Vascular Cerebral, tipificando-o, fornecendo seus sintomas, descrevendo os exames necessários, os fatores de risco dessa patologia, bem como o tratamento.

4.2 INFORMÁTICA NA SAÚDE

Segundo Shortliffe, pioneiro no uso da inteligência artificial na medicina, a Informática Médica ou Informática em Saúde é "um campo de rápido desenvolvimento científico que lida com armazenamento, recuperação e uso da informação, dados e conhecimentos biomédicos para a resolução de problemas e tomada de decisão" (KMETEUK, 2003).

A Sociedade Brasileira de Informática em Saúde defende que a saúde é uma das áreas onde há maior necessidade de informação para a tomada de decisões. A Informática Médica é o campo científico que lida com recursos, dispositivos e métodos para otimizar o armazenamento, recuperação e gerenciamento de informações biomédicas. O crescimento da Informática Médica como uma disciplina deve-se, em grande parte: aos avanços nas tecnologias de computação e comunicação, à crescente convicção de que o conhecimento médico e as informações sobre os pacientes são ingerenciáveis por métodos tradicionais baseados em papel e, devido à certeza de que os processos de acesso ao conhecimento e tomada de decisão, desempenham papel central na Medicina moderna (SBIS, 2005).

Informática médica é, antes de tudo, uma área que enfoca o tratamento da informação médica. Ela busca compreender o raciocínio médico, a interpretação e abstração dos casos, a elaboração do conhecimento, como também o mecanismo de memorização e do aprendizado.

Muitos profissionais das áreas da saúde e da computação acreditam que a Informática na saúde se refere apenas às ferramentas, técnicas e aplicações. No entanto, o instrumento principal dessas áreas é a informação e o seu tratamento. Seu escopo é amplo, abrangendo prontuários eletrônicos, processamento de sinais biológicos e imagens, sistemas de informação em saúde, inteligência artificial em medicina, tele-medicina, sistemas para informatização hospitalar, programas para treinamento médico, acesso a bases de dados em saúde, entre outros instrumentos.

O termo Informática Médica data da segunda metade dos anos 70 e nasceu de uma expressão francesa *Informatique médicale*. Antes dos anos 70, outros nomes eram usados (e todos possuíam o mesmo uso), tais como Ciências da computação médica, Ciências da informática médica, Computadores na medicina, Informática na saúde e mais termos especializados como Informática na enfermagem, Informática na odontologia, entre outros. Esses termos andam paralelamente em áreas que não são da saúde, como a das Ciências da computação, Processamento de informação e informática, além de áreas especializadas como Física computacional, Linguística computacional e Inteligência artificial. Na informática, pode-se compreender três campos de pesquisa: ciências da computação fundamental, informática orientada a aplicações e informática aplicada. Pesquisas para a realização de sistemas de informática médica fazem parte da terceira categoria (ZINNI, 2004).

Resumindo, na Informática médica, desenvolve-se e avalia-se métodos e sistemas para a aquisição, processamento e interpretação de dados dos pacientes com a ajuda do conhecimento obtido nas pesquisas científicas (Ibid).

4.3 RACIOCÍNIO CLÍNICO

O processo de raciocínio clínico, função essencial da atividade médica, fundamenta-se na aquisição do conhecimento durante o curso universitário, através da experiência profissional e, por fim, nos estudos clínicos (RÉA, 1998).

Barrows e Tamblyn (1987), segundo Stamm (2007), afirmam que o conjunto de habilidades mais importantes que devem estar presentes em um médico são aquelas envolvidas com o processo do raciocínio clínico.

Para se estudar o raciocínio, deve-se saber como representá-lo. Dessa forma, tem-se os seguintes tipos de raciocínio: o dedutivo, o abduativo e o indutivo (CAMARGO, 1999).

O raciocínio dedutivo usa fatos para deduzir novas informações, usa princípios lógicos, partindo do geral para o mais específico, como uma visão *top-down* (CAMARGO, 1999; ADRATT, 2006).

O raciocínio abdutivo é uma forma de dedução que permite inferências plausíveis, ou seja, pode-se concluir algo a partir do fornecimento de informações, mesmo não se tendo certeza da veracidade dessa conclusão. Nesse tipo de raciocínio tem-se um grupo de diagnósticos possíveis e, através dos sintomas observados, tenta-se comprová-los. Por exemplo, quando um paciente afirma estar com febre, pode ser uma gripe, um simples resfriado ou dengue. Então, a partir da observação dos demais sinais, tenta-se comprovar qual diagnóstico é o correto (ADRATT, 2006).

No indutivo, cria-se uma conclusão geral a partir de uma generalização.

Representando o procedimento de atendimento de um paciente, temos a figura 4.1:

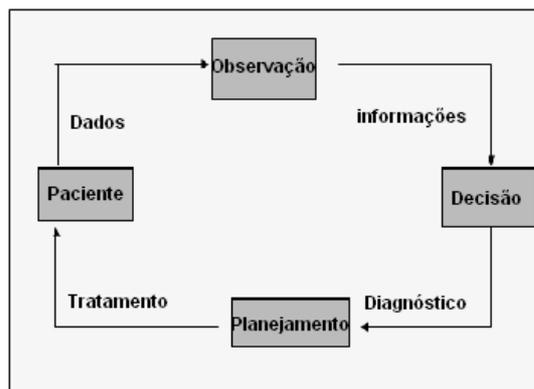


Figura 4.1: Procedimento de atendimento de um paciente
 Fonte: (HANDBOOK, 2004)

O Paciente, quando atendido pelo especialista, fornece seus dados e sintomas que são rigorosamente observados, gerando informações analisadas pelo profissional, para que o mesmo tome decisões, diagnosticando a doença, podendo este, então, planejar o melhor e mais adequado tratamento aplicável naquele caso.

A tomada de decisão envolve o uso de estratégias e metodologias, cabendo ao médico escolher aquela que retornar a solução mais adequada, mesmo assim, dificilmente ela será decidida, mesmo tendo posse de todas as informações necessárias para ela, dessa forma a tomada de decisão médica acontece em meio à incerteza e imprecisão (ADRATT, 2006).

Os especialistas podem escolher uma ou a combinação de três metodologias, são elas: o reconhecimento de padrão, os algoritmos e o método hipotético-dedutivo (MESQUITA, 2003).

O reconhecimento de padrões se caracteriza pela observação de padrões nos sinais e sintomas, adquiridos através da experiência de cada médico, por exemplo, a capacidade em diferenciar amigdalite viral e amigdalite bacteriana, usando apenas sua habilidade visual ou ainda a leitura de eletrocardiogramas (ADRATT, 2006; MESQUITA, 2003).

Os algoritmos são conjuntos de ações a serem tomadas pelo especialista, de acordo com as informações do paciente. Esses conjuntos provêm do raciocínio determinístico, assim como os fluxogramas que também podem ser utilizados. Seguindo a seqüência de passos, o médico aumenta as chances de acerto em seu diagnóstico (ADRATT, 2006).

O método científico hipotético-dedutivo, conhecido como método crítico ou da tentativa e erro, foi desenvolvido por Karl Popper (2006). Em termos gerais, tem-se um problema e, a partir dele, cria-se uma hipótese para explicá-lo. Desenvolvida a hipótese, elaboram-se testes para verificar se ela tem fundamento ou se deve ser eliminada. Resumindo, esse procedimento de testar as hipóteses é o método científico hipotético-dedutivo (RÉA, 1998). Essa metodologia é usada quando o médico desconhece o diagnóstico durante a investigação inicial, por exemplo, quando ele não reconhece padrões. Após a coleta dos dados do paciente, o profissional da saúde os interpreta e elabora as hipóteses que são testadas à medida que novos dados sobre o doente são colhidos. Esse processo se repete até que haja a redução da incerteza no diagnóstico ou a comprovação da hipótese (ADRATT, 2006).

4.4 RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS E DIAGNÓSTICO MÉDICO

O RBC, como anteriormente definido, trata-se de um enfoque para a solução de problemas, baseado em experiências passadas (WANGENHEIM, 2003).

O ser humano usa, de maneira natural, casos conhecidos como uma forma de solução de problemas. Na área da saúde, é comum o especialista utilizar, no processo de formulação do diagnóstico, ações tomadas em atendimentos anteriores, ou seja, ele usa sua experiência para aplicar um raciocínio por analogia (Ibid).

4.4.1 Sistemas da Área da Saúde Que Usam RBC

O RBC é utilizado em diversas aplicações na medicina (SALEM, 2007).

Um dos primeiros exemplos é o CASEY, sistema que fornece o diagnóstico para doenças do coração. Ainda há o GS.52, que é um sistema de apoio ao diagnóstico da síndrome dismórfica; o NIMON, que é um sistema que monitoriza a função renal; o COSYL, que

fornece consulta para o paciente que sofreu transplante de fígado; e o ICONS. que apresenta um tratamento com antibióticos adequados para pacientes sob cuidados intensivos.

Ainda existe o HEURÍSTIA, que aplica o RBC para a identificação de transtornos mentais; o DIETSYSNET, que recomenda um programa alimentar; o ÁUDIO-IN, que auxilia na determinação de aparelhos auditivos; e o NEURCASE, que fornece apoio na tomada de decisão do neurologista, este possui relação com esta dissertação (DETERS, 2006; FERNANDES, 2004; TELLES, 2000; SILVA, 2002).

Há trabalhos, como (DALFOVO, 2003; THÉ, 2006; SILVA, 2005; BECKER, 2002):

- “Sistema de Apoio para o Diagnóstico de Enfermidades Orais Utilizando Raciocínio Baseado em Casos” – este objetiva desenvolver um sistema que auxilie e facilite o diagnóstico de doenças da cavidade bucal;
- “Raciocínio Baseado em Casos Utilizando a Dieta do Tipo Sanguíneo” – que trata do desenvolvimento de um sistema de raciocínio baseado em casos via *web*, baseado no livro “A Dieta do Tipo Sanguíneo”, escrito por Peter J. D’Adamo;
- “Modelo de Apoio ao Diagnóstico no Domínio Médico Aplicando Raciocínio Baseado em Casos” – que objetiva a concepção de um Sistema Inteligente baseado em RBC aplicado no auxílio ao diagnóstico médico na área de cardiologia;
- “Raciocínio Baseado em Casos: Uma Abordagem Fuzzy para Diagnóstico Nutricional” – que determina um diagnóstico nutricional de uma população específica.

4.5 ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL

Essa patologia caracteriza-se por apresentar uma interrupção do fluxo sanguíneo em determinada região do cérebro, seja por uma aterosclerose ou por um coágulo que obstrui o vaso sanguíneo, ocasionando a morte das células da respectiva área (infarto) e, conseqüentemente, a perda ou diminuição da função pela qual a região é responsável (MANUAL MERCK, 2006).

Uma outra definição para AVC é: déficit neurológico (transitório ou definitivo) focal súbito devido a uma lesão vascular. Ao longo das últimas décadas, o termo AVC evoluiu, incluindo as lesões causadas por distúrbios hemodinâmicos e da coagulação, mesmo na ausência de alterações detectáveis nas artérias ou veias. São exemplos de distúrbios hemodinâmicos: edema, hemorragias, choque, trombose, embolia, hiperemia e congestão vascular e infarto (ANDRÉ, 1999; MORAES, 2006; RADANOVIC, 2000).

O Acidente Vascular Cerebral é a maior causa de mortes no Brasil e a terceira em países desenvolvidos como os Estados Unidos. Segundo dados do Ministério da Saúde, o AVC, ou derrame cerebral, ultrapassou as taxas de óbitos do infarto (LOTUFO, 2000; PRIMEIRO, 2001; AMERICAN, 2008).

A tabela 4.1 apresenta os óbitos para doença cerebrovascular, segundo Unidade da Federação, totalizando 90.930 casos de morte no período de 2004.

A tabela 4.2 apresenta os óbitos por doença isquêmica do coração, segundo Unidade de Federação, totalizando 86.791 casos de morte, no mesmo período de 2004. Conclui-se que doenças cerebrovasculares matam mais do que doenças isquêmicas do coração.

Taxa de mortalidade específica por doenças do aparelho circulatório	
Óbitos para doença cerebrovascular segundo a Unidade da Federação	
Período: 2004	
Unidade da Federação	Óbitos por doença cerebrovascular
São Paulo	21.084
Rio de Janeiro	10.764
Minas Gerais	9.741
Rio Grande do Sul	7.575
Paraná	6.340
Bahia	5.040
Pernambuco	4.679
Ceará	3.480
Santa Catarina	2.793
Goiás	2.276
Espírito Santo	1.998
Pará	1.846
Maranhão	1.686
Paraíba	1.624
Alagoas	1.417
Piauí	1.373
Mato Grosso do Sul	1.209
Rio Grande do Norte	1.107
Mato Grosso	1.084
Sergipe	911
Distrito Federal	821
Amazonas	644
Tocantins	606
Rondônia	481

Acre	159
Amapá	116
Roraima	76
TOTAL	90.930

Tabela 4.1. Óbitos para doença cerebrovascular, segundo Unidade da Federação.

Fonte: (BRASIL 2006).

Taxa de mortalidade específica por doenças do aparelho circulatório	
Óbitos para doença isquêmica do coração, segundo Unidade da Federação	
Período: 2004	
Unidade da Federação	Óbitos por doença isquêmica do coração
São Paulo	26.092
Rio de Janeiro	10.749
Rio Grande do Sul	7.940
Minas Gerais	7.676
Paraná	6.117
Pernambuco	4.627
Bahia	3.203
Santa Catarina	2.822
Ceará	2.317
Goiás	2.188
Espírito Santo	1.788
Mato Grosso do Sul	1.396
Rio Grande do Norte	1.381
Paraíba	1.234
Pará	1.218
Maranhão	947
Piauí	821
Alagoas	786
Mato Grosso	766
Distrito Federal	713
Sergipe	598
Tocantins	482
Amazonas	407
Rondônia	316
Acre	81
Amapá	70
Roraima	56
TOTAL	86.791

Tabela 4.2. Óbitos por doença isquêmica do coração, segundo Unidade da Federação.

Fonte: (BRASIL 2006).

4.5.1 Tipos

Existem dois tipos de AVC's:

- Isquêmico - ocorre quando há a oclusão de um vaso sanguíneo, interrompendo o fluxo de sangue para o cérebro, evitando a passagem de nutrientes e oxigênio necessários e essenciais ao funcionamento das células (ASPESI, 2006). Nesse caso, pode ocorrer em duas situações:
 - ❖ Trombose arterial – formação de coágulo de sangue dentro de um vaso, geralmente sobre uma placa de gordura, obstruindo-o total ou parcialmente. Geralmente representa 60% dos casos (DAMIANI, 1995; COLLINS, 1997).
 - ❖ Embolia cerebral – aparece quando um coágulo ou uma placa de gordura corre através de uma artéria até encontrar um ponto mais estreito; não conseguindo passar, obstrui a passagem do sangue (DAMIANI, 1995).
- Hemorrágico – rupturas dos vasos sanguíneos, causando hemorragia local, que, como consequência, comprimem as estruturas cerebrais, provocando o aumento da pressão intracraniana, edema cerebral e outras consequências (ASPESI, 2006).

O Ataque Isquêmico Transitório (AIT) difere do AVC, pois naquele há melhora da sintomatologia, regredindo inteiramente em 24 horas, porém, aproximadamente 85% dos casos de AIT regridem em menos de 1 hora (ANDRÉ, 1999).

4.5.2 Sinais e Sintomas Típicos do AVC

Abaixo, uma lista de sinais e sintomas que caracterizam o acometimento do acidente vascular cerebral é apresentada (MANUAL MERCK, 2006; ASPESI, 2006; DAMIANI, 1995; ANDRÉ, 1999).

- Instalação Aguda ou de progressão rápida sem história de trauma;
- Cefaléia;
- Vômitos;
- Depressão do nível de consciência/Confusão mental e dificuldades para executar tarefas habituais;

- Paresia/Plegia de um ou mais segmentos faciais;
- Alteração da marcha/Incoordenação/Quedas e desequilíbrios;
- Crise convulsiva;
- Perda da visão ou de parte do campo visual;
- Disartria/Vertigem/Diplopia/Disfagia;
- Retenção urinária
- Alteração da linguagem (afasia) e a compreensão
- Perda sensitiva (sensação de formigamento e dormência);
- Perda parcial da audição;
- Movimentos incomuns;
- Desmaios;
- Dor de cabeça súbita;
- Sonolência ou coma;

4.5.3 Exames Necessários para Diagnóstico do AVC

Primeiramente, deve-se identificar se é um evento cérebro-vascular e, para isso, faz-se algumas perguntas como (DAMIANI, 1995; ANDRÉ, 1999).

- Os sintomas neurológicos são focais (mais que não focais)?
- Os sintomas são “negativos” mais que “positivos”? Nesse caso, verifica-se se há perda de função – como formigamento.
- Os sintomas focais são máximos ao início? Aqui desejamos saber se progridem ao longo de um tempo ou apenas são maiores no início.

Caso as respostas para essas perguntas sejam positivas, os sintomas certamente têm origem vascular, seja isquemia, seja hemorragia, restando diferenciar entre AIT e lesões mais graves. Para isso, verifica-se a duração dos sintomas, pois, como já citado acima, o AIT regride em pequeno espaço de tempo (ANDRÉ, 1999).

Para o auxílio da investigação do diagnóstico, alguns exames são requisitados (DAMIANI, 1995).

- Exames laboratoriais de sangue (hemograma, incluindo plaquetas), urina, líquido cefalorraquiano (líquor);

- Avaliação cardíaca e pulmonar, eletrocardiograma, ecocardiograma, radiografia do tórax;
- Exames de imagem do crânio (cérebro), tomografia computadorizada, ressonância nuclear magnética, angiografia cerebral;
- Outros exames: ultrassonografia das artérias carótidas e vertebrais, etc.

4.5.4 Fatores de Risco e Predisponentes do AVC

O controle dos fatores de risco tem diminuído a mortalidade e a incidência de acidentes vasculares cerebrais nas últimas cinco décadas (COLLINS, 1997).

Abaixo, uma lista com os fatores de risco e predisponentes do AVC é apresentada (DAMIANI, 1995; ZINNI, 2004; FIGUEIRÓ, 2008).

- Pressão Arterial - A pressão arterial é considerada o principal fator de risco para o aparecimento do Acidente Cérebrovascular. A incidência do AVC é seis vezes maior em hipertensos que em normotensos da mesma idade. Além disso, metade dos casos de AVC ocorre em hipertensos, que representam 20% da população.
- Doença Cardíaca - As arritmias, infarto do miocárdio, doença de Chagas ou problemas nas válvulas também predominam nos casos de AVC. Cerca de 75% dos pacientes com AVC têm insuficiência cardíaca, dilatação de câmaras ou fibrilação atrial e os pacientes com aterosclerose coronária têm risco duas a cinco vezes maior de sofrerem um AVC.
- Diabetes Mellitus - É um fator de risco para o aparecimento de um AVC e é um fator agravante da aterosclerose. A Diabete é uma doença que eleva o nível de glicose no sangue. Os infartos cerebrais são duas a quatro vezes mais comuns em diabéticos que em não-diabéticos de mesma faixa etária e sexo.
- Colesterol - O colesterol é uma substância existente em todo o nosso corpo, derivada das gorduras animais; ele é produzido principalmente no fígado e adquirido através da dieta rica em gorduras. Seus níveis alterados, especialmente a elevação da fração LDL (mau colesterol, presente nas gorduras saturadas, ou seja, aquelas de

origem animal, como carnes, gema de ovo etc.) ou a redução da fração HDL (bom colesterol) estão relacionados à formação das placas de aterosclerose.

- Fumo - O fumo acelera o processo de aterosclerose, torna o sangue mais grosso (concentrado) ao longo dos anos (aumentando a quantidade de glóbulos vermelhos) e aumenta o risco de hipertensão arterial.
- Uso excessivo de bebidas alcoólicas - Ao ingerir bebida alcoólica, os níveis de colesterol se elevam, a pessoa passa a ter maior propensão à hipertensão arterial e, conseqüentemente, maior o risco de apresentar um AVC.
- Idade - A pessoa, quanto mais idosa, maior a probabilidade de sofrer um AVC, entretanto isso não impede que alguém jovem também possa apresentar.
- Sexo - Até os 51 anos de idade, os homens têm maior propensão a sofrerem um AVC do que as mulheres, contudo, depois dessa idade, o risco praticamente se iguala para ambos.
- Raça - O AVC acontece mais freqüentemente na raça negra. Supõe-se que ocorra porque os negros possuem maior tendência genética ao desenvolvimento de hipertensão arterial sistêmica, o que é um fator predisponente ao AVC.
- História de doença vascular anterior - As pessoas que já tiveram AVC, "ameaça" de derrame, infarto do miocárdio (coração) ou doença vascular de membros (trombose e outras.), têm maior probabilidade de sofrer um AVC.
- Obesidade - Aumenta o risco de diabetes, de hipertensão arterial e de aterosclerose; assim, indiretamente aumenta o risco de AVC.
- Sangue muito concentrado - Ocorre, por exemplo, quando a pessoa fica desidratada gravemente ou existe um aumento dos *glóbulos vermelhos*. Esse processo ocorre em pessoas que apresentam doenças pulmonares crônicas (por muitos anos) ou que vivem em grandes altitudes. Em ambos os casos, o organismo precisa compensar a falta de

oxigênio, aumentando a produção dos glóbulos vermelhos, para não deixar "escapar" qualquer oxigênio que chega aos pulmões.

- Anticoncepcionais hormonais - Os mais utilizados são as pílulas, mas o médico deve avaliar e orientar cada paciente, a partir do histórico de problemas de circulação na família. Atualmente se acredita que as pílulas com baixo teor hormonal, em mulheres que não fumam e não tenham outros fatores de risco, não aumentam a probabilidade de aparecimento de AVC.
- Sedentarismo - A falta de atividades físicas leva à obesidade, predispondo ao diabetes, à hipertensão e ao aumento do colesterol que, independentes, já são fatores de risco à ocorrência do acidente vascular cerebral.

As características acima são fatores que, quando presentes em uma pessoa, aumentam a sua probabilidade de ser acometida por um episódio de acidente cérebrovascular comparado a uma pessoa que não se enquadra em nenhum dos fatores acima citados.

Percebe-se que alguns atributos estão relacionados a outros, como o sedentarismo que implica, não obrigatoriamente, em obesidade e que pode causar diabetes, hipertensão e colesterol alto.

4.5.5 Tratamento do AVC e fisioterapia

O fisioterapeuta tem fundamental importância na recuperação do paciente vítima do AVC, sendo o responsável por sua reabilitação física. Quanto mais rápido for instituído o tratamento, melhores serão os resultados (FERREIRA, 2002).

O AVC costuma deixar seqüelas chamadas de Hemiplegia ou Hemiparesia, que consistem, respectivamente, na perda total ou parcial de movimentos do braço e da perna do mesmo lado do corpo, sendo comum também atingir a face do paciente. Ainda em relação aos aspectos motores, podemos observar espasticidade, incoordenação motora e alterações no equilíbrio e marcha. Problemas secundários como ombro doloroso também podem ocorrer (FERREIRA, 2002).

O fisioterapeuta integra no tratamento do paciente com AVC a Cinesioterapia clássica, técnicas científicas, como os métodos Kabat e Bobath; treinamentos para a educação e reeducação neuromuscular e dos movimentos, inclusive para a introdução do uso de

andadores, muletas e bengalas; hidrocinesioterapia e o uso de recursos como a aplicação de calor, frio, massagens sedativas ou estimulantes e estimulação elétrica, objetivando, ao final, a reintrodução do paciente no convívio social e profissional.

Tão logo o paciente fica ciente de sua situação e da extensão de sua deficiência, ele se sente tomado por muitas emoções diferentes. O fisioterapeuta irá ajudá-lo a entender o que lhe aconteceu e a responder eficientemente, à medida que tente se adaptar à sua nova realidade (ZINNI, 2004).

A reabilitação após o AVC implica em ajudar o paciente a usar plenamente toda sua capacidade, reassumindo sua vida anterior e adaptando-se a sua atual situação.

O fisioterapeuta começará por atividades de mobilidade. Essas atividades farão com que o paciente se liberte de "medos" e "inseguranças" causados pelo desequilíbrio corporal. Serão realizados exercícios de fortalecimento e alongamento muscular, treino de equilíbrio e estímulos da sensibilidade.

Muitas atividades fisioterapêuticas que começaram no início da recuperação, são apropriadamente modificadas para desafiar e fazer com que o paciente possa progredir até sua recuperação. Serão enfatizadas combinações motoras que permitem a concretização das tarefas alimentares, higiênicas, locomoção e outras atividades funcionais.

4.6 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou a área na qual esta dissertação está inserida – Informática na Saúde – e a conceituou.

Em seguida, discutiu as formas de raciocínio e as metodologias existentes para obter um diagnóstico médico com maior precisão. Houve a exposição de sistemas que utilizam o Raciocínio baseado em casos, que estão inseridos na área de saúde e, seguindo a seqüência, apresentou-se o contexto médico trabalhado – Acidente Vascular Cerebral.

No próximo capítulo, a arquitetura do sistema será apresentada e discutida.

5 O SISTEMA SADA VC

5.1 INTRODUÇÃO

O sistema SADA VC (Sistema de Apoio ao Diagnóstico de Acidente Vascular Cerebral) é um ambiente auxiliado por computador que tem como objetivo ajudar os graduandos em Fisioterapia a concluírem, a partir de casos, seus diagnósticos e a providenciarem os primeiros procedimentos, como a requisição de exames adequados.



Figura 5.1: Esboço da tela inicial do sistema.

A figura 5.1 apresenta o esboço da tela inicial do sistema. O aluno requisitará ao sistema um caso a ser resolvido – Novo Caso. Tal situação será simulada, utilizando recursos multimídia e, posteriormente, será feita a apresentação, então o aluno será questionado sobre o cenário apresentado.

Ele deverá responder a questionamentos referentes às características fornecidas na simulação como:

- Quais as características físicas do paciente?

Qual a idade do paciente?

- O paciente é diabético?

O paciente é hipertenso?

O paciente apresenta hemiparesia? Em caso positivo, no lado direito ou esquerdo?

O paciente apresenta resposta verbal?

- O paciente apresenta respostas motoras?

Há abertura ocular?

Há resposta dolorosa?

Qual o aspecto da pupila? Anisocoria, miose ou midríase?

- Apresenta pupila foto-reativa?

Há desvio do olhar?

Há convulsão?

O paciente deambula?

- O paciente apresenta cefaléia?

O paciente apresenta movimentos involuntários? Se a resposta for positiva, é do tipo atetóide ou coréico?

O paciente apresenta ataxia?

O paciente apresenta disartria?

- O paciente está em coma?

O paciente apresenta disfasia?

O paciente apresenta disfonia?

Todas as perguntas acima foram formuladas tendo como base a ficha de coleta dos dados dos prontuários que se encontra no anexo A (essa ficha foi elaborada pelos integrantes deste trabalho, com o intuito de padronizar a fase de aquisição do conhecimento acerca do paciente, visto que não havia um prontuário padrão equivalente).

Todas as informações levantadas nos questionamentos acima possuem pontos importantes para o estudante analisar a situação do paciente e apresentar um laudo preliminar. Na ficha há um local de descrição do AVC, requisitando os primeiros testes diagnósticos e sugerindo um tratamento inicial.

Um glossário, funcionando como um banco de dados de informações sobre acidente vascular cerebral, será disponibilizado ao estudante de Fisioterapia.

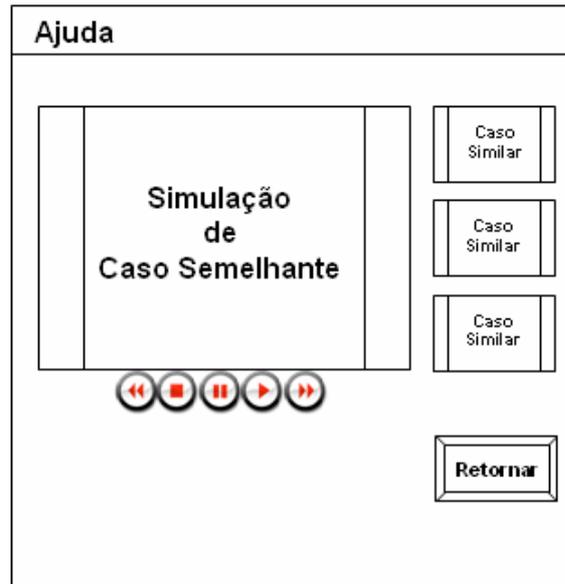


Figura 5.2: Simulação de caso semelhante.

Se o estudante não chegar às respostas para o caso inicial, ele poderá recorrer ao auxílio, fornecido pelo sistema, através do botão *ajuda*, representado na figura 5.2, obtendo opções de simulações de casos semelhantes. Dessa maneira, ele será capaz de solucionar o caso proposto, baseando-se em casos similares.

A figura 5.3 apresenta uma visão geral de funcionamento do sistema.

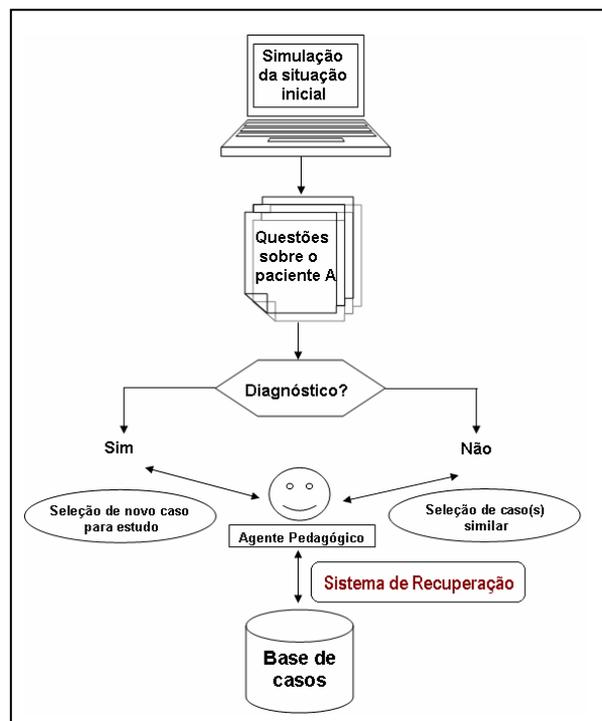


Figura 5.3: Visão geral de funcionamento.

A entidade responsável pela seleção dos casos apresentados aos discentes, pela recuperação dos casos semelhantes e pela aplicação das estratégias de ensino adequadas a cada situação é o agente pedagógico, como se vê na figura 5.3.

Esta dissertação se concentra na recuperação e indexação dos casos armazenados na base de casos. Um sistema de recuperação foi desenvolvido para testar as métricas de similaridade adotadas, como apresentado na figura 5.3. O resultado dessa fase é o caso recuperado, que será recebido pelo agente pedagógico.

Nas sessões seguintes discutiremos a arquitetura geral do SADAVC e seus respectivos componentes, como: a base de casos, o simulador, a interface e o agente pedagógico com suas técnicas de aprendizagem.

5.2 ARQUITETURA DO SADAVC

A arquitetura do SADAVC, representada na figura 5.4, divide-se em: Módulo Simulador - responsável pela simulação dos casos; Agente Pedagógico – responsável pela aplicação das estratégias de ensino nos casos recuperados; e a Base de Casos, que é o repositório dos casos. A interface é responsável pela entrada e saída dos dados que ocorrem entre o aluno e o sistema.

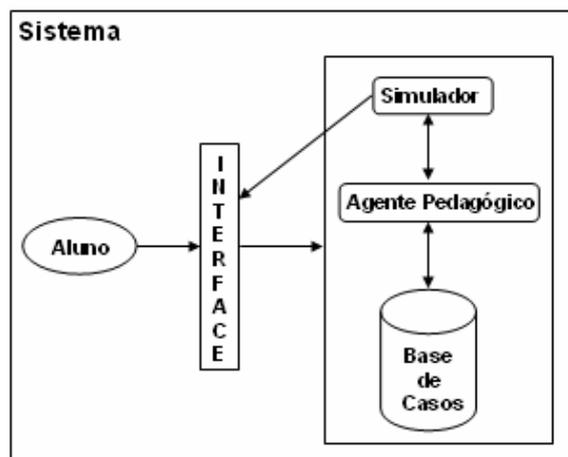


Figura 5.4: Arquitetura do SADAVC.

Abaixo, encontra-se uma descrição dos componentes do sistema que estão inter-relacionados.

5.2.1 Base de Casos

A base de casos do SADAVC é formada por casos, com seus respectivos diagnósticos e tratamentos aplicados, os quais servirão para formular situações que deverão ser estudadas pelos alunos à medida que avançam no sistema.

A aquisição de conhecimento foi realizada no Hospital Escola Dr. José Carneiro, da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), Maceió/AL. Para tanto, o projeto passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL).

Com o auxílio do professor e mestre, George Márcio da Costa e Souza, e do aluno de Fisioterapia da UNCISAL, Gustavo José Martiniano Porfírio, criou-se uma ficha padronizada [anexo A] para o armazenamento das informações recolhidas nos prontuários dos pacientes, visto não haver um modelo padrão.

O levantamento foi realizado em pastas, compostas pelos prontuários de pacientes com diagnóstico clínico e radiológico de Acidente Vascular Encefálico, de casos ocorridos entre 2004 e 2007. Foram contabilizados 93 casos no total. Esse número foi suficiente para o desenvolvimento das técnicas selecionadas.

Nossa maior dificuldade foi a não informatização do sistema de prontuários, o que nos levou a uma busca manual dos mesmos. Além disso, tivemos dificuldades com o entendimento de alguns termos devido à grafia incompreensível de alguns elaboradores desses prontuários.

Devido a impossibilidade de obtenção do consentimento livre e esclarecido de todos os pacientes, os pesquisadores e colaboradores envolvidos na manipulação dos dados preencheram um Termo de Compromisso de Utilização de Dados, tomando por base os itens III.3.i e III.3.t. das Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos (Resolução CNS 196/96) e a Diretriz 12 das Diretrizes Éticas Internacionais para Pesquisas Biomédicas Envolvendo Seres Humanos (CIOMS, 1993).

5.2.2 Módulo Simulador

Nesse módulo, tem-se a representação gráfica dos casos selecionados pelo agente pedagógico, os quais estão armazenados na Base de Casos, possibilitando que o aluno compreenda melhor o estado em que o paciente se encontra, usando, para tanto, a construção de histórias em forma de animações.

A simulação é um dos tipos de *software* educativo considerado importante, pois permite a vivência de uma situação que, às vezes, não é viável ser representada em sala de aula (VIEIRA, 2007).

Segundo Valente, deve-se tomar bastante cuidado em explorar de forma adequada os recursos de multimídia, a fim de se obter uma aprendizagem eficiente. Além disso, a simulação deve ser complementada com atividades como leituras e discussões em sala de aula, objetivando a transição entre a simulação e a situação do mundo real, visto que o aluno pode formar uma visão errônea ou distorcida do fenômeno, problema evitado pelo auxílio do professor (VALENTE, 1999).

5.2.3 Agente Pedagógico do SADAVC

Nosso agente pedagógico se responsabiliza em pegar os casos indexados que foram recuperados da base de casos e aplicar estratégias de ensino adequadas para realizar a simulação dos mesmos.

5.2.3.1 Características

O agente pedagógico do SADAVC possui as seguintes características e propriedades:

- Conhecimento específico sobre o domínio abordado – o AP detém o conhecimento sobre o domínio de Acidente Vascular Cerebral;
- Autonomia – o agente pedagógico é capaz de controlar suas ações, sem a interferência humana, como a aplicação da estratégia de ensino;
- Comunicabilidade – ele é capaz de se comunicar com os estudantes através de mensagens de alerta, caso o aluno deixe passar despercebido alguma informação relevante à solução do problema proposto;
- Aprendizagem – o agente pedagógico aprende a cada interação com o aluno ou com o sistema sobre quais estratégias ou ações deverá utilizar;
- Reatividade – ele percebe o ambiente e seu usuário, respondendo às mudanças ocorridas nele próprio;
- Habilidade social – o agente pedagógico interage com o estudante, através de mensagens de alerta enviadas a este;
- Pró-atividade – ele possui iniciativa, agindo segundo seus objetivos;
- Personalização – através do cadastro dos alunos, o agente pedagógico é capaz de manter um histórico que o auxiliará na seleção de suas ações.

5.2.3.2 Arquitetura do Agente Pedagógico

O AP apresenta a arquitetura na figura 5.5:

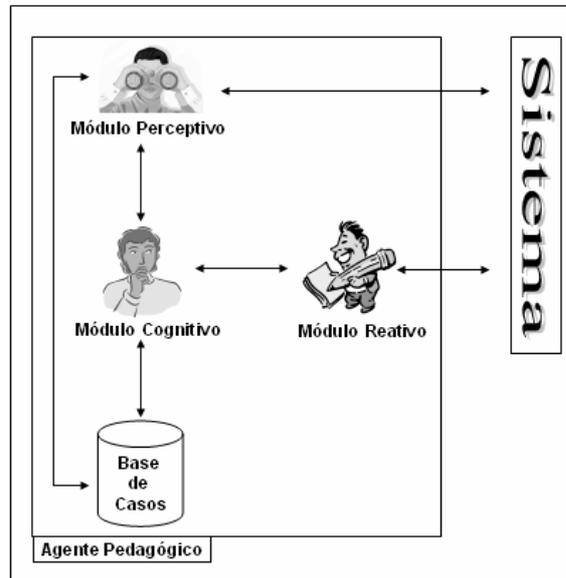


Figura 5.5: Arquitetura do agente pedagógico do SADAVC.

O Módulo Perceptivo armazena as informações sobre as interações do estudante com o sistema. Ele monitora as ações dos alunos, respondendo às seguintes questões:

- Por quanto tempo o aluno permaneceu utilizando o sistema? Dessa forma, serão verificadas questões como a usabilidade do sistema. Com isso, é possível verificar se o estudante usou muito tempo se familiarizando com o sistema.
- Houve solicitação de ajuda, ou seja, o discente requisitou a simulação de caso semelhante? Através desse questionamento, conclui-se que o aluno teve dificuldade na resolução daquele caso específico, já que foi necessário auxiliá-lo, apresentando caso similar. Assim, pode-se concluir o nível de entendimento em que o aluno se encontra.
- O aluno soube chegar ao diagnóstico? Verifica-se, nesse item, se o aluno conseguiu atingir o objetivo final – diagnosticar.
- O aluno considerou as interferências (mensagens) do agente pedagógico? Observa-se se, a partir dessas interferências, o aluno alterou sua seqüência de ações, conseguindo entender o alerta do agente pedagógico.
- O estudante acrescentou observações? Com esse questionamento, deseja-se saber se o estudante contribuiu com o sistema, ratificando se houve a compreensão sobre o que se desejava ensinar.

- Após a requisição de ajuda com simulação de caso similar, o aluno continuou com dificuldades? Através desse questionamento, deseja-se verificar se o aluno continuou com dificuldades para alcançar o objetivo final, o diagnóstico.

O Módulo Cognitivo, após receber as percepções do módulo descrito acima, faz inferências sobre a base de casos a fim de determinar quais ações devem ser executadas pelo agente.

Esse módulo tem como funções:

- Ser responsável pelas mensagens de orientação enviadas ao aluno. Nesse caso, pode chamar a atenção do estudante para alguma informação importante a que este não se ateve;
- Selecionar as questões a serem focalizadas;
- Selecionar quais casos serão apresentados. Aqui se verifica a hierarquia de dificuldade entre os casos como estratégia de ensino;
- Enviar mensagens de incentivo à colaboração do aluno na formulação do glossário.

O Módulo Reativo executa as ações orientadas pelo Módulo Cognitivo. Além disso, ele estabelece a interface com o aluno, através das mensagens.

5.2.3.3 Estratégias de ensino

São estratégias de aprendizagem do agente pedagógico:

- Armazenar o cadastro dos alunos, a fim de criar um histórico das ações destes;
- A partir da solicitação pelo aluno de um caso virtual, o agente seleciona o caso de acordo com o perfil deste. Esse perfil é fornecido através do cadastro do estudante;
- Simular o caso;
- ❖ O agente pedagógico seleciona o caso adequado, começando com aqueles que possuem maior número de informações sobre o estado do paciente, pois, quanto mais características deste forem oferecidas ao médico, mais condição ele terá de formular um bom diagnóstico (GALVÃO, 2006; GALVÃO, 2006; PENNA, 2008; SILVA, A, 2003).
- O aluno responde a questões de múltipla escolha;
- ❖ O agente pedagógico acompanha as respostas;

Se o AP perceber que o aluno está com alguma dificuldade, ele o auxiliará através de caixas de texto, chamando a atenção do discente para alguma informação relevante que ele deixou passar;

- ❖ O aluno fornece o diagnóstico final.

O agente pedagógico verifica se a aprendizagem foi efetiva, comparando as respostas do aluno às soluções do caso similar ao que ele resolveu.

5.3 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

A arquitetura do SADAVC é formada por uma base que armazena os casos coletados, um módulo simulador, que tem a função de simular esses casos através de histórias; e um agente pedagógico, que será responsável pela aplicação das estratégias de ensino no processo de aprendizagem do aluno.

Na sua construção, foram discutidas sobre as características que o agente pedagógico deve apresentar, bem como as estratégias de ensino que ele deve usar.

Esta dissertação tem como objetivo realizar a recuperação e indexação dos casos armazenados na base de casos, gerando um protótipo que testa as métricas de similaridade adotadas. O resultado dessa fase é o caso recuperado, que será recebido pelo agente pedagógico, segundo a arquitetura proposta. Entretanto, a partir daí, as ações serão discutidas em trabalhos futuros.

O próximo capítulo apresenta um estudo de caso, aplicando todas as técnicas selecionadas, fornecendo o desenrolar do processo, passo a passo.

6 ESTUDO DE CASO

6.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo descreve todo o procedimento de representação do conhecimento, indexação e recuperação dos casos coletados para este trabalho, além de justificar as técnicas de similaridade escolhidas.

6.2 REPRESENTAÇÃO DOS CASOS

Como citado no terceiro capítulo desta dissertação, a forma principal da representação de conhecimento em um sistema RBC é o caso (WANGENHEIM, 2003).

Um caso é uma parte contextualizada de conhecimento, pode ser de qualquer tamanho ou forma e é composta pela descrição do problema, descrição da solução e, facultativamente, pelo resultado da aplicação (KOLODNER, 1996; PAL, 2004; FERNANDES, 2005).

A ficha de coleta dos dados [anexo A] está dividida em três campos gerais, são eles: dados pessoais do paciente, quadro clínico dele e, por último, os exames e tratamentos sugeridos pelo profissional da saúde. Os dados pessoais não serão considerados na descrição do problema. Dessa forma, consideraremos o quadro clínico e o campo de exames e tratamentos.

Quando um doente dá entrada em um hospital, uma ficha de prontuário é preenchida. Nessa ficha, todo o quadro clínico do paciente é levantado, ou seja, anotam-se as características que o doente apresenta no momento do atendimento, resumindo: descreve-se o problema que ele apresenta. Sendo assim, o quadro clínico do caso desta dissertação fará parte da descrição do problema.

Para a solução de um problema, nesta ocasião, são necessárias a requisição de exames e a prescrição de um tratamento, assim o campo de exames e tratamentos fará parte da descrição da solução deste caso.

A figura 6.1 representa o modelo gráfico de um caso deste trabalho.

CASO	
//////////////////// DESCRIÇÃO DO PROBLEMA //////////////////////	
Quadro Clínico	Valores
Obeso	S/N
Sedentário	S/N

Diabético	S/N
Hipertenso	S/N
Dislipidemia	S/N
Cardiopata	S/N
Tabagista	S/N
Alcoólatra	S/N
AVC's prévios	S/N
Quantidade de AVC's Prévios	00-99
Hemiplegia	DIREITA/ESQUERDA
Hemiparesia	DIREITA/ESQUERDA
Tetraparesia	DIREITA/ESQUERDA
Tetraplegia	DIREITA/ESQUERDA
Resposta verbal	S/N
Resposta motora	S/N
Abertura ocular	S/N
Glasgow	00-99
Resposta dolorosa	S/N
Aspecto da pupila	ANISOCORIA /ISOCORIA/ MIOSE / MIDRIASE
Pupila foto-reativa	S/N
Desvio do olhar	S/N
Convulsão	S/N
Deambulação	S/N
Cefaléia	S/N
Movimentos involuntários	ATETÓIDE / CORÉICO
Ataxia	S/N
Local do AVC	S/N
Disartria	S/N
Coma	S/N
Disfasia	S/N
Disfonia	S/N
//////////////////////////////////// DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO //////////////////////////////////////	
Exames	Glicemia capilar Fisioterapia motora Tomografia de crânio Hemograma completo Uréia Colesterol Urina Glicose Sódio Potássio Creatinina Fisioterapia respiratória Avaliação de fisioterapia Urocultura Raio X de tórax Hematoscopia Triglicérides

Tratamentos	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mobilização MSD / MID 2. Mobilização MMSS / MMII 3. Mobilização passiva 4. Posicionamento 5. Ostostática 6. Deambulação no leito 7. FNP (Facilitação neuroproprioceptiva) 8. Alongamento 9. Exercício passivo 10. Exercício ativo 11. Dissociação 12. Dissociação de cinturas escapular e pélvica 13. Mobilização 14. Tirodáctalos 15. Cinesioterapia 16. Compressão-descompressão em AHD 17. Aspiração de traqueostomia 18. Cavidade oral com limpeza da cânula 19. Propocepção 20. Mudança de decúbito 21. Nebulização 22. Alongamento da musculatura respiratória 23. Tosse assistida 24. Exercício de desobstrutivo e reexpansivo 25. Manobra desobstrutiva 26. Mobilização intra-articular do ombro e quadril 27. Transferência de peso 28. Manobra reexpansiva 29. Alongamento MMSS e MMII

Figura 6.1. Representação gráfica de um caso.

Na descrição do problema, tem-se as informações encontradas no prontuário do paciente, ou seja, seu quadro clínico, contendo dados sobre o seu estado de saúde ao dar entrada no hospital. Na descrição da solução, encontra-se os exames solicitados pelo fisioterapeuta e o tratamento sugerido pelo mesmo.

Para representar casos em sistemas baseado em casos, usa-se alguns formalismos como redes semânticas, frames, formulários, memória dinâmica e XML.

Aqui explora-se a representação do caso através da XML, pois ela tem se mostrado como uma linguagem padrão para a representação e compartilhamento de documentos entre vários aplicativos e plataformas (VANZIN, 2002).

6.2.1 XML

A XML (*Extensible Markup Language*), que é uma linguagem demarcação de dados, não é pré-definida, sendo necessário que cada um crie suas próprias *tags* ou marcações que introduzem semântica num texto, dessa forma ela se torna auto-descritiva. Ela foi criada pela W3C³ para estruturar, transportar e armazenar informação de maneira simples (W3SCHOOLS, 2005).

Esta linguagem tem atraído o interesse da área de informática na saúde, pois a informação médica é complexa e principalmente pouco estruturada, o que se pode solucionar através da XML (NARDON, 2000).

Existem várias propostas de linguagens de esquema XML, sendo as mais conhecidas a XML DTD e a XML Schema (CAVALCANTI, 2001).

Uma DTD (Document Type Definition) define a forma correta de construir blocos de informação em um documento XML, isto é, define a estrutura do documento com uma lista de atributos e elementos permitidos (W3SCHOOLS, 2005).

A DTD pode ser declarada tanto internamente no documento XML quanto pode ser feita em forma de uma referência externa (Ibid).

Abaixo, segue um trecho de um texto, não estruturado, contido em um prontuário médico e sua respectiva representação em XML.

- ❖ O paciente X, do sexo feminino, com 60 anos, possui como quadro clínico as seguintes características: é diabética, é hipertensa, possui resposta verbal, porém não deambula.
- ❖ O fisioterapeuta responsável pelo seu atendimento requisitou os seguintes exames: glicemia capilar e fisioterapia motora.
- ❖ Após a avaliação dos exames requeridos, o fisioterapeuta prescreveu o seguinte tratamento: mobilização, treino de mudança de decúbito no leito, ou seja, posicionamento, ostostática e deambulação no leito.
- A figura 6.2 apresenta a representação do texto livre em XML:

³ O World Wide Web Consortium ou W3C é um consórcio de empresas de tecnologia, atualmente, com cerca de 500 membros. Foi fundado por Tim Berners-Lee em 1994 para levar a Web ao seu potencial máximo, por meio do desenvolvimento de protocolos comuns e fóruns abertos que promovem sua evolução e asseguram a sua interoperabilidade. O W3C desenvolve padrões para a criação e a interpretação dos conteúdos para a Web.

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<!DOCTYPE BASE SYSTEM "file:///C:/Documents and Settings/familia/Desktop/TESE-
XML/DTD-BASE.DTD">
<BASE>
  <PACIENTE>
    <DADOSPESSOAIS>
      <IDADE>60</IDADE>
      <SEXO>F</SEXO>
    </DADOSPESSOAIS>
    <QUADROCLINICO>
      <DIABETICO>S</DIABETICO>
      <HIPERTENSO>S</HIPERTENSO>
      <RESPVERBAL>S</RESPVERBAL>
      <DEAMBULACAO>N</DEAMBULACAO>
    </QUADROCLINICO>
    <EXAMES>
      <TIPO>Glicemia Capilar</TIPO>
      <TIPO>Fisioterapia Motora</TIPO>
    </EXAMES>
    <TRATAMENTO>
      <NOME>Mobilização</NOME>
      <NOME>Treino de mudança de decúbito no leito - posicionamento</NOME>
      <NOME>Ostostática</NOME>
      <NOME>Deambulação no leito</NOME>
    </TRATAMENTO>
  </PACIENTE>
</BASE>

```

Figura 6.2: Representação de texto em XML.

A primeira linha (<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>) indica que é um documento XML, sua versão e o esquema de codificação de caracteres que tem, como padrão, o utf-8. A segunda linha tem uma declaração de uma DTD externa.

Caso se desejasse declarar a DTD no documento XML, a segunda linha deveria ter o formato apresentado na figura 6.3:

```

<!DOCTYPE PACIENTE[
<!ELEMENT BASE (PACIENTE)>
<!ELEMENT PACIENTE (DADOSPESSOAIS, QUADROCLINICO, EXAMES, TRATAMENTO)>
<!ELEMENT DADOSPESSOAIS (IDADE, SEXO)>
<!ELEMENT IDADE (#PCDATA)>
<!ELEMENT SEXO (#PCDATA)>
<!ELEMENT QUADROCLINICO (DIABETICO, HIPERTENSO, RESPVERBAL, DEAMBULACAO)>
<!ELEMENT DIABETICO (#PCDATA)>
<!ELEMENT HIPERTENSO (#PCDATA)>
<!ELEMENT DEAMBULACAO (#PCDATA)>
<!ELEMENT EXAMES (TIPO)*>
<!ELEMENT TIPO (#PCDATA)>
<!ELEMENT TRATAMENTO (NOME)*>
<!ELEMENT NOME (#PCDATA)>]>

```

Figura 6.3: Declaração de DTD no documento XML.

Após a estruturação da DTD interna, segue o código XML dela.

A DTD tem vantagens como: (W3SCHOOLS, 2005).

- Cada arquivo XML carrega uma descrição do seu próprio formato;
- Grupos de pessoas podem concordar em usar uma DTD padrão para a troca de dados;
- Sua aplicação pode usar uma DTD padrão para verificar que os dados que o usuário recebe de fora são válidos;
- O usuário pode também utilizar uma DTD para verificar seus próprios dados.

O XML Schema é uma alternativa baseada em XML para a DTD. Ela define elementos e atributos que podem aparecer em um documento, tais elementos são: filhos, a ordem dos elementos filhos, o número de elementos filhos, se um elemento é vazio ou pode incluir texto, o tipo de dado para os elementos e atributos e valores padrões ou fixos para elementos e atributos. Apesar de ser considerada mais poderosa que a DTD, não foi necessária a sua utilização neste trabalho, visto que a DTD foi suficiente para a especificação deste (W3SCHOOLS, 2005).

Apresenta-se, abaixo, a representação de três casos coletados e, daqui para a frente, trabalharemos com eles nas demonstrações dos procedimentos executados, ou seja, na aplicação das etapas do RBC.

Primeiramente, foi escolhido um sistema de autoria *freeware* para a elaboração da especificação, isto é, a criação da DTD, conhecido como XMLPad, da versão 2.2.0.7, apresentado na figura 6.4.

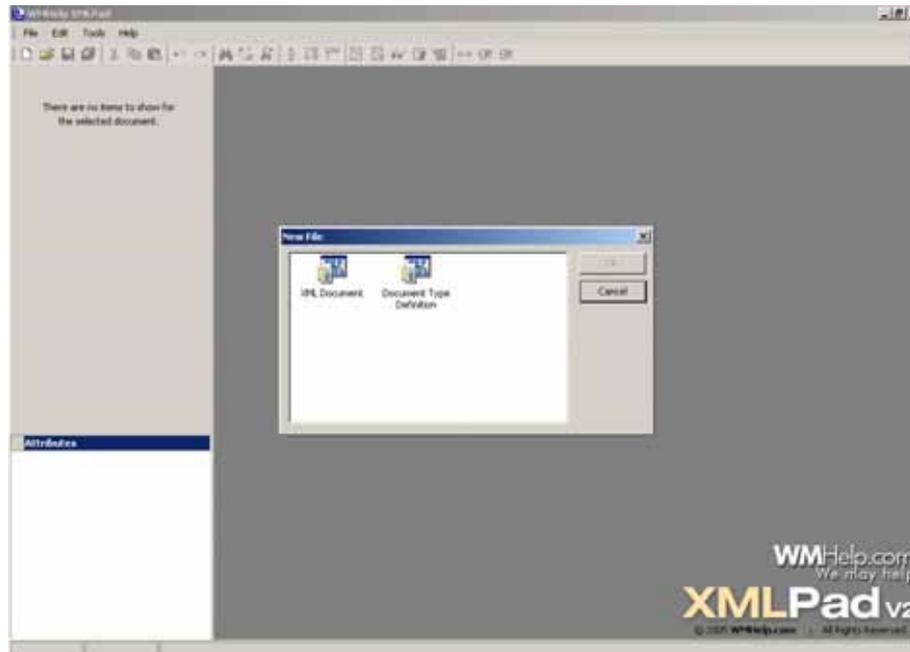


Figura 6.4: Tela para a criação de novo arquivo.
Fonte: (WMHELP XMLPAD, 2005)

Começou-se selecionando a opção *File, New File*, abrindo, em seguida, uma tela que fornece as opções de criação de arquivo XML ou da DTD.

Escolheu-se a criação da DTD e, a partir dela, gerou-se, através de uma funcionalidade que o sistema possui (DTD → *Generate sample XML file*), seu arquivo XML correspondente.

O arquivo DTD foi dividido em três módulos apenas para facilitar o entendimento em sua visualização, como mostrados na figura 6.5, figura 6.6 e figura 6.7. São eles: Dados Pessoais, Quadro Clínico e Exames e Tratamento.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!ELEMENT BASE (PACIENTE)>
<!ELEMENT PACIENTE (DADOSPESSOAIS, QUADROCLINICO, EXAMES, TRATAMENTO)>
<!ELEMENT DADOSPESSOAIS (IMC, ALTURA, PESO, RACA, IDADE, PROFISSAO, SEXO)>
<!ELEMENT IMC (#PCDATA)>
<!ELEMENT ALTURA (#PCDATA)>
<!ELEMENT PESO (#PCDATA)>
<!ELEMENT RACA (#PCDATA)>
<!ELEMENT IDADE (#PCDATA)>
<!ELEMENT PROFISSAO (#PCDATA)>
<!ELEMENT SEXO (#PCDATA)>
```

Figura 6.5: Parte da DTD referente aos Dados Pessoais do Paciente.

Esse módulo requisita informações, como: Índice de Massa Corporal (IMC), altura, peso, raça, idade, profissão e sexo.

```

<!ELEMENT QUADROCLINICO (OBESO, SEDENTARIO, DIABETICO, HIPERTENSO,
DISLIPIDEMIA, CARDIOPATIA, TABAGISTA, ALCOOLATRA, AVCPREVIO,
QUANTIDADEPREVIO, HEMIPLEGIA, HEMIPAREZIA, TETRAPAREZIA, TETRAPLEGIA,
RESPVERBAL, RESPMOTORA, ABERTURAOCULAR, GLASGOW, RESPDOLOROSA,
ASPECTOPUPILA, PUPILAFOTOREATIVA, DESVIOLHAR, CONVULSAO, DEAMBULACAO,
CEFALEIA, MOVINVOLUNTARIO, ATAXIA, LOCALAVC, DISARTRIA, COMA, DISFASIA,
DISFONIA)>
<!ELEMENT OBESO (#PCDATA)>
<!ELEMENT SEDENTARIO (#PCDATA)>
<!ELEMENT DIABETICO (#PCDATA)>
<!ELEMENT HIPERTENSO (#PCDATA)>
<!ELEMENT DISLIPIDEMIA (#PCDATA)>
<!ELEMENT CARDIOPATIA (#PCDATA)>
<!ELEMENT TABAGISTA (#PCDATA)>
<!ELEMENT ALCOOLATRA (#PCDATA)>
<!ELEMENT AVCPREVIO (#PCDATA)>
<!ELEMENT QUANTIDADEPREVIO (#PCDATA)>
<!ELEMENT HEMIPLEGIA (#PCDATA)>
<!ELEMENT HEMIPAREZIA (#PCDATA)>
<!ELEMENT TETRAPAREZIA (#PCDATA)>
<!ELEMENT TETRAPLEGIA (#PCDATA)>
<!ELEMENT RESPVERBAL (#PCDATA)>
<!ELEMENT RESPMOTORA (#PCDATA)>
<!ELEMENT ABERTURAOCULAR (#PCDATA)>
<!ELEMENT GLASGOW (#PCDATA)>
<!ELEMENT RESPDOLOROSA (#PCDATA)>
<!ELEMENT ASPECTOPUPILA (ESTADO)*>
<!ELEMENT ESTADO (#PCDATA)>
<!ELEMENT PUPILAFOTOREATIVA (#PCDATA)>
<!ELEMENT DESVIOLHAR (#PCDATA)>
<!ELEMENT CONVULSAO (#PCDATA)>
<!ELEMENT DEAMBULACAO (#PCDATA)>
<!ELEMENT CEFALEIA (#PCDATA)>
<!ELEMENT MOVINVOLUNTARIO (#PCDATA)>
<!ELEMENT ATAXIA (#PCDATA)>
<!ELEMENT LOCALAVC (#PCDATA)>

```

```

<!ELEMENT DISARTRIA (#PCDATA)>
<!ELEMENT COMA (#PCDATA)>
<!ELEMENT DISFASIA (#PCDATA)>
<!ELEMENT DISFONIA (#PCDATA)>

```

Figura 6.6: Parte da DTD referente ao Quadro Clínico do Paciente.

Esse módulo requisita informações, como: Obeso, Sedentário, Diabético, Hipertenso, Dislipidemia, Cardiopatia, Tabagista, Alcoolatra, se sofreu AVC prévio, Quantidade de AVC's prévios que sofreu, Hemiplegia, Hemiparesia, Tetraparesia, Tetraplegia, se há resposta verbal, se há resposta motora, como está a Abertura ocular, Glasgow, se há resposta dolorosa, como está o aspecto da pupila, se a Pupila está fotoreativa, se há desvio do olhar, Convulsão, Deambulação, Cefaléia, Movimento involuntário, Ataxia, Local do AVC, Disartria, Coma, Disfasia, Disfonia.

```

<!ELEMENT EXAMES (TIPO)*>
<!ELEMENT TIPO (#PCDATA)>
<!ELEMENT TRATAMENTO (NOME)*>
<!ELEMENT NOME (#PCDATA)>

```

Figura 6.7: Parte da DTD referente aos Exames e Tratamento do Paciente.

Esse módulo requisita informações, como: Tipo de exames e Nomes dos tratamentos.

- Na figura 6.8, figura 6.9 e figura 6.10 apresenta-se o arquivo XML gerado com base na DTD acima:

```

    <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<!DOCTYPE      BASE      SYSTEM      "file:///C:/Documents      and
Settings/familia/Desktop/TESE-XML/DTD-BASE.DTD" >
<BASE>
  <PACIENTE>
    <DADOSPESSOAIS>
      <IMC/>
      <ALTURA/>
      <PESO/>
      <RACA/>
      <IDADE/>
      <PROFISSAO/>
      <SEXO/>
    </DADOSPESSOAIS>

```

Figura 6.8: Parte do arquivo XML referente aos Exames e Tratamento do Paciente.

```

<QUADROCLINICO>
  <OBESO/>
  <SEDENTARIO/>
  <DIABETICO/>
  <HIPERTENSO/>
  <DISLIPIDEMIA/>
  <CARDIOPATIA/>
  <TABAGISTA/>
  <ALCOOLATRA/>
  <AVCPREVIO/>
  <QUANTIDADEPREVIO/>
  <HEMIPLÉGIA/>
  <HEMIPARESIA/>
  <TETRAPARESIA/>
  <TETRAPLEGIA/>
  <RESPVERBAL/>
  <RESPMOTORA/>
  <ABERTURAOCULAR/>
  <GLASGOW/>
  <RESPDOLOROSA/>
  <ASPECTOPUPILA/>

```

```

<PUPILAFOTOREATIVA/>
<DESVIOLHAR/>
<CONVULSAO/>
<DEAMBULACAO/>
<CEFALEIA/>
<MOVINVOLUNTARIO/>
<ATAXIA/>
<LOCALAVC/>
<DISARTRIA/>
<COMA/>
<DISFASIA/>
<DISFONIA/>
</QUADROCLINICO>

```

Figura 6.9: Parte do arquivo XML referente ao Quadro Clínico do Paciente.

```

<EXAMES/>
<TRATAMENTO/>
</PACIENTE>
</BASE>

```

Figura 6.10: Parte do arquivo XML referente aos Exames e Tratamentos do Paciente.

A partir da estrutura acima, preencheu-se os campos dos atributos dos 93 casos colhidos, isto é, foram criados 93 arquivos XML, um para cada caso.

6.3 INDEXAÇÃO

A indexação é utilizada para encontrar casos similares na base de casos para um quadro clínico apresentado, através da comparação dos atributos escolhidos como índices. Esses índices são os atributos mais relevantes.

No capítulo 3, foram definidos dois tipos de indexação: a manual e a automática. Optou-se, nesta dissertação, pela indexação manual.

6.3.1 Indexação Manual

A definição de índices manualmente analisa caso a caso a fim de determinar quais características apresentam variações ou influência na solução (DELPIZZO, 1007). Segundo Kolodner, a escolha manual retorna um melhor desempenho do sistema (KOLODNER, 1996).

A escolha desses índices foi feita com o auxílio de um especialista em fisioterapia, que considerou os atributos mais relevantes no diagnóstico de um AVC.

Como resultado, temos os atributos pertencentes ao quadro clínico, são eles:

- Obeso
- Sedentário
- Diabético
- Hipertenso
- Dislipidemia
- Cardiopata
- Tabagista
- Alcoólatra
- AVC's prévios
- Quantidade de AVC's prévios
- Hemiplegia
- Hemiparesia
- Tetraparesia
- Tetraplegia
- Resposta verbal
- Resposta motora
- Abertura ocular
- Glasgow
- Resposta dolorosa
- Aspecto da pupila
- Pupila foto-reativa
- Desvio do olhar
- Convulsão
- Deambulação
- Cefaléia

- Movimentos involuntários
- Ataxia
- Local do AVC
- Disartria
- Coma
- Disfasia
- Disfonia

6.4 RECUPERAÇÃO DOS CASOS

Essa fase tem como meta recuperar o caso ou grupo de casos mais similares ao caso-problema fornecido.

Essa recuperação possui três etapas: a identificação de características importantes para a solução do problema – que trata basicamente da seleção de índices-, a comparação dos casos – através do casamento e busca – e a seleção do melhor caso ou grupo de casos.

Para a recuperação dos casos, métricas de similaridade são usadas.

6.4.1 Similaridade

Existem várias métricas de similaridade que são usadas para medir o grau de semelhança entre dois casos, como: *Matching* e *Ranking* (Comparação e Ordenação), O vizinho mais próximo (*Neighbour Retrieval*), Distância Euclidiana, Distância Euclidiana Quadrada, Distância Euclidiana Quadrada Ponderada, Distância *City-block* (*Manhattan*), Distância *Chebychev*, Contagem de Características (*Features Counts*), Modelo de Contraste e Recuperação Indutiva (DELPIZZO, 1997; JÚLIO, 2005).

Utilizou-se uma combinação entre duas das técnicas acima, ou seja, uma técnica híbrida para aproveitar os benefícios de ambas, são elas: a Contagem de Características (*Features Counts*) e a Regra do Contraste ou Modelo de *Tversky*.

Aplicou-se, primeiramente, a contagem de características por ser uma métrica simples que faz a primeira varredura na base de casos e retorna os dez casos mais semelhantes.

Após a aplicação da contagem de características, em cima dos dez casos recuperados, utiliza-se a regra do contraste que retornará a seqüência de casos mais similares ao caso-problema.

6.4.1.1 Contagem de características

Nesse método, calcula-se a similaridade contando as características do caso armazenado na base de casos que coincidem com as características do caso-problema.

Segue o exemplo na tabela 6.2:

CASO PROBLEMA	
//////////////////// DESCRICÃO DO PROBLEMA //////////////////////	
Quadro Clínico	Valores
Obeso	
Sedentário	
Diabético	S
Hipertenso	S
Dislipidemia	
Cardiopata	S
Tabagista	
Alcoólatra	
AVC's prévios	
Quantidade de AVC's Prévios	
Hemiplegia	
Hemiparesia	DIREITA
Tetraparesia	
Tetraplegia	
Resposta verbal	N
Resposta motora	N
Abertura ocular	
Glasgow	
Resposta dolorosa	
Aspecto da pupila	
Pupila foto-reativa	
Desvio do olhar	
Convulsão	S
Deambulação	N
Cefaléia	
Movimentos involuntários	
Ataxia	
Local do AVC	
Disartria	S
Coma	S

Disfasia	
Disfonia	

Figura 6.11: Caso de entrada do sistema.

CASO 42	
///////////////////////////////// DESCRIÇÃO DO PROBLEMA ///////////////////////////////////	
Quadro Clínico	Valores
Obeso	
Sedentário	
Diabético	S
Hipertenso	S
Dislipidemia	
Cardiopata	
Tabagista	
Alcoólatra	
AVC's prévios	
Quantidade de AVC's Prévios	
Hemiplegia	DIREITA
Hemiparesia	
Tetraparesia	
Tetraplegia	
Resposta verbal	
Resposta motora	S
Abertura ocular	
Glasgow	
Resposta dolorosa	
Aspecto da pupila	
Pupila foto-reativa	
Desvio do olhar	
Convulsão	
Deambulação	N
Cefaléia	
Movimentos involuntários	
Ataxia	N
Local do AVC	
Disartria	S
Coma	
Disfasia	S
Disfonia	

Figura 6.12: Caso 42 da base de casos.

CASO 62	
///////////////////////////////// DESCRIÇÃO DO PROBLEMA ///////////////////////////////////	
Quadro Clínico	Valores
Obeso	
Sedentário	
Diabético	S
Hipertenso	S

Dislipidemia	
Cardiopata	S
Tabagista	
Alcoólatra	
AVC's prévios	S
Quantidade de AVC's Prévios	
Hemiplegia	
Hemiparesia	ESQUERDA
Tetraparesia	
Tetraplegia	
Resposta verbal	N
Resposta motora	N
Abertura ocular	
Glasgow	
Resposta dolorosa	S
Aspecto da pupila	ISOCORIA
Pupila foto-reativa	S
Desvio do olhar	
Convulsão	
Deambulação	
Cefaléia	
Movimentos involuntários	
Ataxia	
Local do AVC	
Disartria	
Coma	
Disfasia	
Disfonia	

Figura 6.13: Caso 62 da base de casos.

CASO 85	
////////// DESCRIÇÃO DO PROBLEMA //////////	
Quadro Clínico	Valores
Obeso	
Sedentário	
Diabético	S
Hipertenso	S
Dislipidemia	S
Cardiopata	
Tabagista	
Alcoólatra	
AVC's prévios	
Quantidade de AVC's Prévios	
Hemiplegia	
Hemiparesia	
Tetraparesia	
Tetraplegia	

Resposta verbal	N
Resposta motora	N
Abertura ocular	S
Glasgow	
Resposta dolorosa	
Aspecto da pupila	
Pupila foto-reativa	
Desvio do olhar	
Convulsão	N
Deambulação	N
Cefaléia	
Movimentos involuntários	
Ataxia	N
Local do AVC	
Disartria	N
Coma	N
Disfasia	S
Disfonia	

Figura 6.14: Caso 85 da base de casos.

Comparando o caso de entrada com o caso 42 da base de casos, temos as seguintes características semelhantes: diabético, hipertenso, deambulação e disartria, ou seja, temos um total de quatro atributos similares.

Fazendo a comparação do caso-problema com o caso 62 da base de casos, temos as seguintes características semelhantes: diabético, hipertenso, cardiopata, resposta verbal e resposta motora, o que dá um total de cinco atributos similares.

No caso 85, temos cinco atributos similares, são eles: diabético, hipertenso, resposta verbal, resposta motora e deambulação, então, conclui-se que o caso 62 e o caso 85 têm um percentual maior de similaridade do que o caso 42.

6.4.1.2 Modelo de contraste

O modelo de contraste tem como base a Teoria dos conjuntos de *Tversky*, que determina a similaridade de um caso na base de casos (C) e um caso-problema (S), considerando o Conjunto dos atributos similares ($S \cap C$) – Conjunto de atributos correspondentes - o conjunto dos atributos pertencentes apenas ao caso da base de casos ($C - S$) – Conjunto de atributos desconhecidos - e os atributos contidos apenas no Caso problema ($S - C$) – Conjunto de atributos redundantes (WANGENHEIM, 2003).

A figura 6.15 ilustra a relação entre os conjuntos de atributos e a figura 6.16 apresenta a fórmula de Tversky.

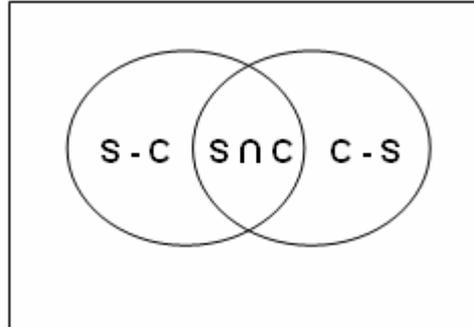


Figura 6.15: Ilustração da relação entre os conjuntos de atributos.
Fonte: (TVERSKY, GATI, 1978).

$$\text{Sim}(S, C) = \left(a \sum_{i \in S \cap C} w_i \right) - \left(b \sum_{i \in C - S} w_i \right) - \left(c \sum_{i \in S - C} w_i \right)$$

Figura 6.16: Fórmula de Tversky.

Temos que:

S = Caso-Situação

C = Caso da Base de Casos

$(S \cap C)$ = atributos com valores correspondentes

$(S - C)$ = atributos que aparecem apenas no Caso-Situação.

$(C - S)$ = atributos que aparecem apenas no Caso da Base de Casos

a = peso dos atributos similares $(S \cap C)$

b, c = peso dos atributos que não estão presentes na intersecção $(S \cap C)$

W_i = peso de cada atributo.

Após a seleção dos casos semelhantes através da técnica de contagem de características, aplica-se o modelo de contraste.

Utilizando os exemplos acima, temos:

- Considerando a utilização de uma estratégia otimista, definiu-se $a > b$, $a > c$ e $b = c$, assim temos $a = 3$, $b = 1$ e $c = 1$ (WANGENHEIM, 2003).

- Abaixo tem-se a tabela de pesos de cada atributo (W_i), com valores no intervalo entre 0 e 1, fornecidos pelo especialista em fisioterapia, considerando sua experiência.

Quadro Clínico	Pesos
Obeso	0,8
Sedentário	0,8
Diabético	0,8
Hipertenso	0,9
Dislipidemia	0,8
Cardiopata	0,7
Tabagista	0,9
Alcoólatra	0,7
AVCs prévios	0,9
Quantidade de Avc's Prévios	0
Hemiplegia	0,9
Hemiparesia	0,7
Tetraparesia	0,7
Tetraplegia	0,9
Resposta verbal	0,7
Resposta motora	0,7
Abertura ocular	0,7
Glasgow	0,7
Resposta dolorosa	0,6
Aspecto da pupila	0,8
Pupila foto-reativa	0,7
Desvio do olhar	0,8
Convulsão	0,7
Deambulação	0,8
Cefaléia	0,8
Movimentos involuntários	0,5
Ataxia	0,6
Local do AVC	0
Disartria	0,7
Coma	0,5
Disfasia	0,7
Disfonia	0,7

Figura 6.17: Pesos de cada atributo.

Calculando a similaridade do caso-problema (S) com o caso 62 (C62) da base de casos, temos:

* $S \cap C62 = \{\text{diabético, hipertenso, cardiopata, resposta verbal e resposta motora}\}.$

* $S - C62 = \{\text{hemiparesia, convulsão, deambulação, disartria, coma}\}.$

* C62 – S = {avc prévio, hemiparesia, resposta dolorosa, aspecto da pupila, pupila foto-reativa}.

$$\text{Sim (S, C62)} = 3x [0,8+0,9+0,7+0,7+0,7] - 1 x [0,7 + 0,7 + 0,8 + 0,7 + 0,5] + 1 x [0,9 + 0,7 + 0,6 + 0,8 + 0,7]$$

$$\text{Sim (S, C62)} = 4,3$$

Calculando a similaridade do caso problema (S) com o caso 85 (C85) da base de casos, temos :

* S \cap C85 = {diabético, hipertenso, resposta verbal, resposta motora e deambulação}.

* S – C85 = {cardiopata, hemiparesia, convulsão, disartria, coma}.

* C85 – S = {dislipidemia, abertura ocular, convulsão, ataxia, disartria, coma, disfasia}

$$\text{Sim (S, C85)} = 3x [0,8+0,9+0,7+0,7+0,8] - 1 x [0,7 + 0,7 + 0,7 + 0,7 + 0,5] - 1 x [0,8 + 0,7 + 0,7 + 0,6 + 0,7 + 0,5 + 0,7].$$

$$\text{Sim (S, C85)} = 3,7$$

Conclui-se que o caso 62 é mais similar ao caso-problema que o caso 85.

6.5 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Apesar da técnica de raciocínio baseado em casos possuir quatro fases (Recuperar, Reutilizar, Revisar e Reter), este trabalho se concentra na fase de recuperação dos casos.

Dessa forma, foram necessários a seleção da maneira de representação dos casos, o processo de indexação e o cálculo da similaridade entre os casos.

Os casos foram representados através da XML, visto que é uma linguagem padrão para a representação e compartilhamento de documentos entre vários aplicativos e plataformas e tem sido explorada na área de informática em saúde.

Os índices foram criados manualmente com a ajuda de um especialista em fisioterapia.

Por último, usou-se uma métrica híbrida para o cálculo da similaridade, pois combinaram-se a técnica de contagem de características e o modelo de contraste, este

apresenta a vantagem de combinar, dentro de sua fórmula de similaridade, objetos diferentes e objetos similares.

O capítulo seguinte apresentará um protótipo de recuperação de casos e suas especificações.

7 APRESENTAÇÃO DO SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE CASOS

7.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão apresentadas as telas do protótipo que valida as técnicas selecionadas para a recuperação dos casos, a arquitetura do protótipo, bem como seus aspectos de implementação.

7.2 ASPECTOS DA IMPLEMENTAÇÃO

A linguagem para implementação do sistema escolhida foi Object Pascal do Delphi Borland. As justificativas para essa escolha foram: domínio, simplicidade de uso e possibilidade de criação de interface amigável, utilizando seus recursos gráficos disponíveis.

O sistema utiliza a linguagem XML para representar a base de casos do domínio. O capítulo 6 dispõe os códigos XML desenvolvidos com o auxílio do sistema de autoria *freeware* conhecido como XMLPad, da versão 2.2.0.7.

O protótipo pode ser instalado em computadores pessoais sobre o ambiente Windows 98, Windows XP e Vista.

7.3 ARQUITETURA DO SADAVC

A arquitetura é composta pela camada de apresentação, representada pela interface com o usuário, pela lógica de aplicação, através do módulo RBC e, por fim, pela camada de armazenamento com a base de casos, como vista na figura 7.1.

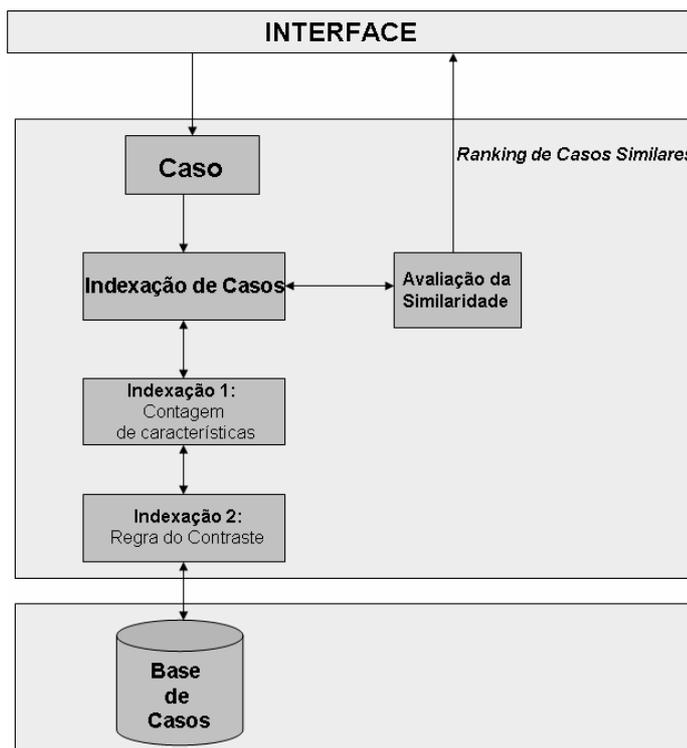


Figura 7.1: Esboço da arquitetura do sistema.

Um caso é inserido, através da interface, no sistema. Após sua inserção, as métricas de indexação são inicializadas, comparando o caso de entrada aos casos armazenados na Base de Casos. Primeiramente, usa-se a Contagem de Características e, em seguida, aplica-se, nos dez casos retornados pela primeira métrica de indexação, a Regra do Contraste.

Em seguida, é exibido um ranking de grau de similaridade dos casos em ordem decrescente.

7.4 FUNCIONAMENTO DO PROTÓTIPO

Neste tópico, serão apresentadas as telas que compõe o sistema de recuperação de casos, bem como uma breve descrição das funcionalidades contidas em cada uma.

A figura 7.2 exhibe a tela de inicialização do SADAVC. Ela contém as funcionalidades: *Carregar Casos*, *Procurar Semelhanças*, *Inserir Informações* e *Comparar Casos*.

A opção *Carregar Casos* é responsável pelo carregamento dos casos da base de casos, enquanto a opção *Procurar Semelhanças* realiza a comparação entre o caso escolhido e os casos armazenados na base de casos.

É possível criar uma nova situação e compará-la aos casos armazenados na base de casos através do botão *Inserir Informações*. Além disso, é permitido fazer a comparação entre dois casos isolados a partir da opção *Comparar Casos*.

Para começar, deve-se carregar os casos contidos na base de casos através do botão *Carregar Casos*, como apresentado na figura 7.2.

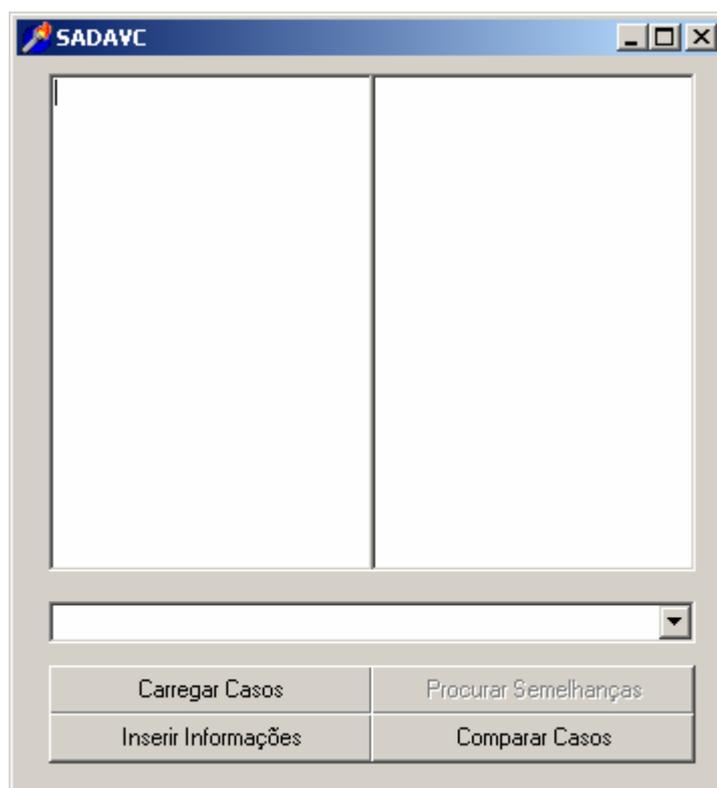


Figura 7.2: Tela inicial.

Depois de carregados, escolhe-se um caso listado ou, se desejar, insere-se outro caso com novas informações.

Na figura 7.3 temos a tela de exibição da listagem de casos.

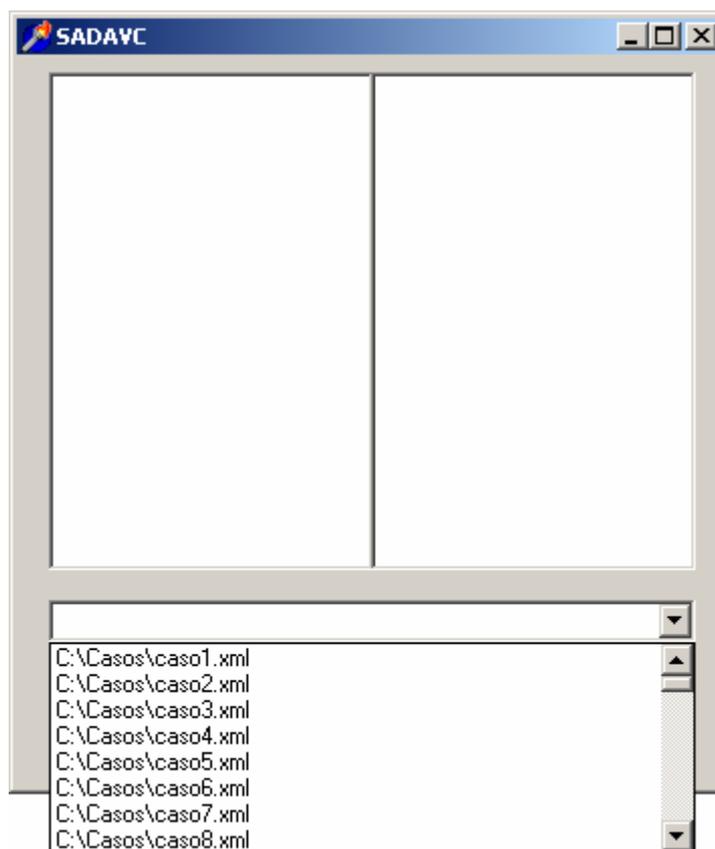


Figura 7.3: Tela contendo lista de casos.

Depois de selecionado o caso, clica-se no botão *Procurar Semelhanças* para a verificação dos casos mais similares a ele.

No exemplo abaixo, escolheu-se o caso 19 que tem as seguintes características:

Quando aplicada a primeira métrica de similaridade, a Contagem de Características, os que retornaram foram os casos 67, 69 e 92 com 6 atributos semelhantes, os casos 4, 23, 28, 62, 66, 85 e 88 com 5 campos similares. Decidiu-se limitar a amostra nos dez primeiros casos recuperados.

Aplicou-se a segunda métrica, o Modelo de Contraste de Tversky, na amostra contendo os dez casos recuperados. A Regra do Contraste, como explicada em capítulo anterior, atribui pesos para as características dos casos, subtraindo do grau de similaridade a sua dissimilaridade, ou seja, suas diferenças.

Percebe-se que, depois de aplicada a segunda métrica de similaridade, há uma reorganização dos casos. Apesar do caso 4 ter apenas cinco campos semelhantes (pela contagem de características), ele tem atributos com pesos suficientes para elevá-lo a primeira posição, isto é, a posição de mais similar, retornando o grau de similaridade de 7,3, como pode ser observado na figura 7.4.

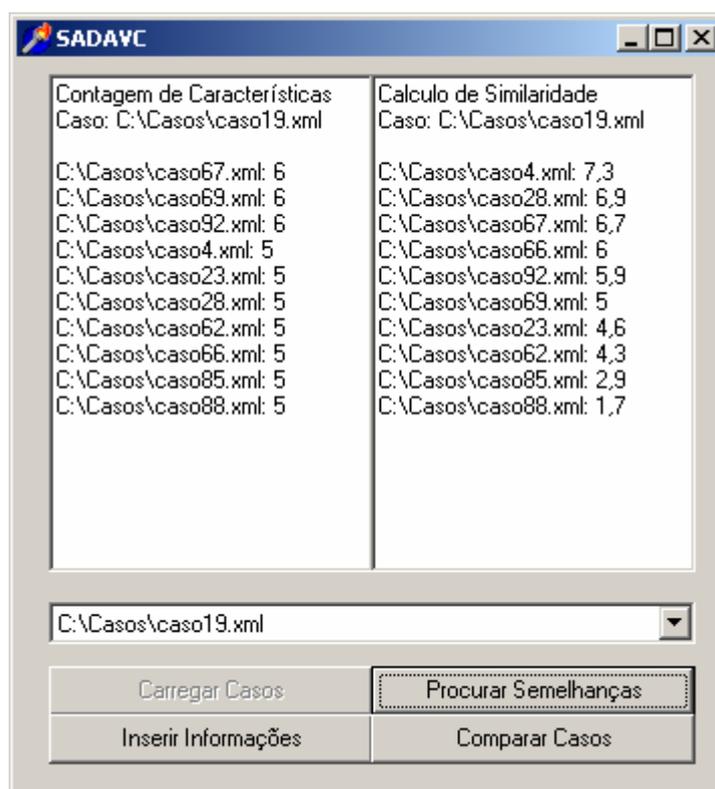


Figura 7.4: Tela contendo as métricas de similaridade.

No capítulo 6, demonstrou-se os passos da aplicação das métricas citadas acima. O caso situação continha as mesmas informações que o caso 19 e foi comprovado, no final, que o caso 62, com similaridade 4,3, era mais similar que o caso 85 que tem apenas 2,9.

É possível a comparação entre dois casos apenas através da opção *Comparar Casos*, exibida na figura 7.5.

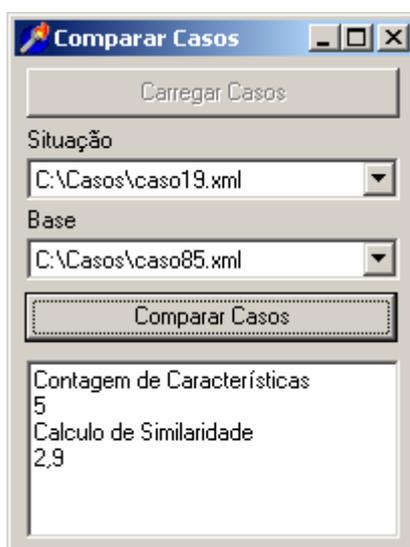


Figura 7.5: Tela de comparação entre dois casos.

A figura 7.5 exibe a tela de comparação entre dois casos, são eles: o caso 19 e o caso 85. Há cinco atributos semelhantes entre o caso 19 e o caso 85 e a similaridade é 2,9.

Outra funcionalidade do sistema é a possibilidade de comparação de uma situação nova com os casos da base de casos, através da opção *Inserir Informações*. Isto é representado pela tela da figura 7.6.

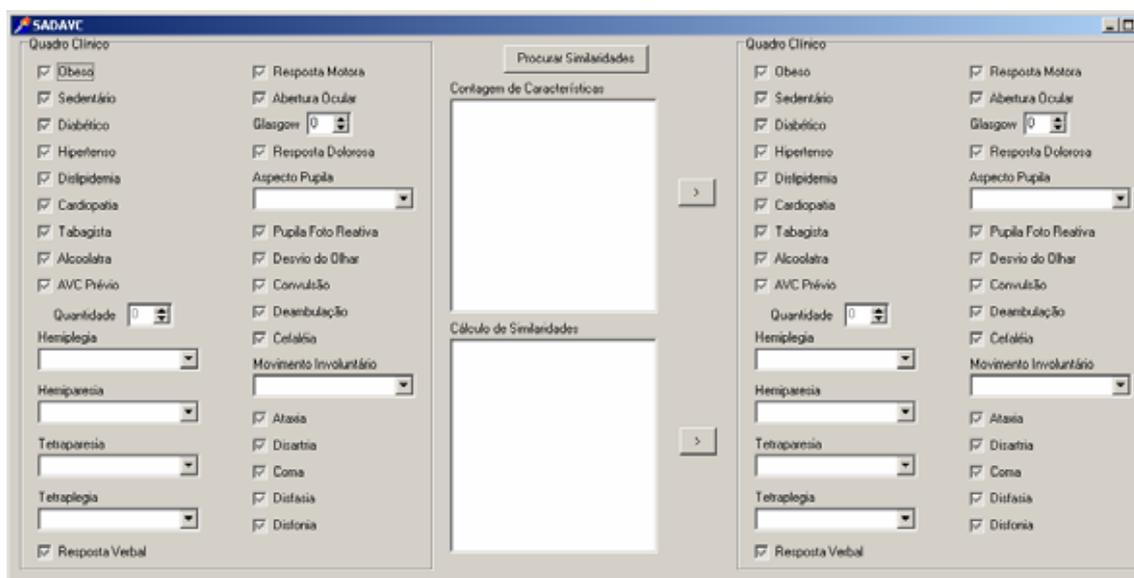


Figura 7.6: Tela de Inserção de Informações.

A tela é dividida em três campos de informações: Quadro Clínico referente ao caso de entrada, a área de aplicação das métricas de similaridade e, por último, o Quadro Clínico do caso que se deseja visualizar.

Se o paciente apresentar a característica de obesidade, seleciona-se com um clique a opção *Obeso*. Caso ele não apresente a informação sobre a obesidade, não há alteração do estado, ou seja, não há necessidade em clicar no campo. Se constar que o paciente não é obeso, clica-se no campo duas vezes para negar a opção. Na figura 7.7 o paciente apresentou o seguinte quadro:

- a. Ele é diabético, é hipertenso, tem cardiopatia, tem hemiparesia direita, apresentou convulsão, tem disartria e está em coma.
- b. Ele não apresentou resposta verbal, não apresentou resposta motora e não deambula.

- c. Não há informações sobre obesidade, sedentarismo, dislipidemia, tabagismo, alcoolismo, AVC prévio e sua quantidade, hemiplegia, tetraparesia, tetraplegia, abertura ocular, Glasgow, resposta dolorosa, aspecto da pupila, pupila foto reativa, desvio do olhar, cefaléia, movimento involuntário, ataxia, disfasia e disfonia.

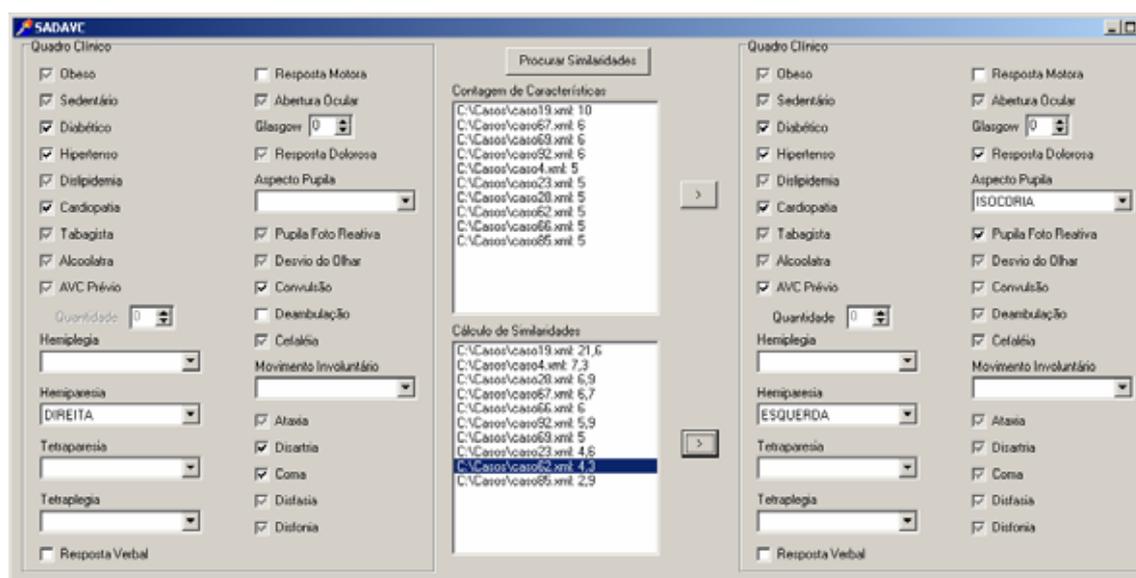


Figura 7.7: Tela de inserção de informações preenchida.

Após a inserção dos dados, clica-se no botão *Procurar Similaridades*. Abaixo aparecerá a lista dos casos mais similares a ele, aplicando-se as métricas de similaridades.

Se houver a necessidade de verificação de um caso individual basta clicar nele e suas informações aparecerão no *Quadro Clínico* ao lado. Como visto na figura acima, o caso 42 foi selecionado e seus dados exibidos na lateral direita.

7.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo teve o objetivo de mostrar o protótipo desenvolvido para a validação das métricas de similaridade escolhidas para a realização da recuperação dos casos.

A arquitetura foi desenvolvida em três camadas: camada de apresentação (Interface), camada lógica (RBC) e camada de armazenamento (Base de Casos). Suas telas foram apresentadas com uma breve descrição das funcionalidades contidas nelas.

No capítulo posterior, serão apresentadas as considerações finais, bem como as propostas de trabalhos futuro.

8 CONCLUSÃO

8.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como discutido em capítulos anteriores, a aplicação de sistemas RBC na área de saúde fornece diversas vantagens como redução do tempo de diagnóstico, armazenamento e reutilização de experiências do profissional de saúde e a aprendizagem contínua. Além disso, apresenta eficiência e qualidade na solução dos problemas.

Este trabalho propôs o desenvolvimento de um ambiente interativo de aprendizagem aos graduandos em fisioterapia, a fim de auxiliar o processo de diagnóstico nos casos de pacientes acometidos com AVC. A proposta é a simulação, através de histórias, de casos similares ao caso de entrada do sistema, com a finalidade de ajudar os estudantes a elaborarem uma solução (diagnóstico), a partir da observação do problema simulado.

A utilização da metodologia de agentes foi sugerida, especificamente a criação de um agente pedagógico que seria responsável pela aplicação das estratégias de ensino definidas no capítulo 4

Concentrou-se nas fases de indexação e recuperação de casos, utilizando a combinação das métricas de Contagem de Características e do Modelo de Contraste. O uso dessas métricas foi validado através do sistema SADAVC, retornando resultados positivos.

O protótipo foi desenvolvido em três camadas: Apresentação (Interface), Aplicação (Sistema RBC) e Armazenamento (Base de Casos). Utilizou-se a linguagem de programação Object Pascal do Delphi e a linguagem de marcação XML para modelagem dos casos, bastante usada atualmente para a definição e padronização dos dados na área médica.

Concluiu-se que para implementar com sucesso essa metodologia é necessário dedicar mais tempo e atenção às fases de indexação, na seleção de bons índices, na escolha das métricas de similaridade e na forma de representação do conhecimento, sendo aqui, em forma de casos.

8.2 TRABALHOS FUTUROS

Há alguns pontos importantes que servem como sugestões para trabalhos futuros, são eles:

- A construção do ambiente interativo de aprendizagem com o auxílio de profissionais em web design para a elaboração do módulo simulador e pedagogos para o auxílio na aplicação das estratégias de aprendizagem.
- Disponibilização do sistema para a Web, difundindo o seu uso, permitindo o crescimento da base de casos pelos especialistas na área ou ainda facilitando o acesso às informações estando em qualquer lugar.
- Análise do uso dos dados pessoais como índices.
- Implementação das outras fases da metodologia RBC: Reutilização, Revisão e Retenção dos Casos.

REFERÊNCIAS

AAMODT, A., E. Plaza. **Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches**. AI Communications. IOS Press, Vol. 7: 1, 1994. pp. 39-59.

ABEL, Mara. **Raciocínio baseado em casos**. Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. Disponível em: <http://www.inf.ufrgs.br/gpesquisa/bdi/publicacoes/files/CBR-TI60.pdf> Acesso em: 22 jul. 2008.

ADRATT, Eduardo. **Sistema especialista para avaliação antropométrica em pediatria: investigação, diagnóstico, orientação e encaminhamento**. Curitiba, 2006. 179 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Saúde) Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.

ALTERMAN, R. **Adaptive planning**. *Cognitive Science* vol. 12, nº. 3. 393-422. 1988.

AMBIENTES Interativos de Aprendizagem (AI-A). Setembro, 2007. Disponível em: <<http://www.telessaude.org.br/outros/aia.aspx>> Acesso em: 10 jul. 2008.

AMERICAN Heart Association. **Heart attack, stroke and cardiac arrest warning signs**. 2008. Disponível em: <<http://www.americanheart.org/presenter.jhtml?identifier=3053>> Acesso em: mai. 2008.

ANDRÉ, Charles. **Manual de AVC**. 1. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 1999.

ASCENSO, João. FRED, Ana. **Reconhecimento de padrões**. Escola Superior de Tecnologia – Engenharia Informática. 2003. Disponível em: <<http://ltodi.est.ips.pt/jascenso/padroes/teoricas/Aula%205%20-%20Metodos%20Parametricos.pdf>> Acesso em: jul. 2008.

ASPESI, Nelson V.; GOBBATO, Pedro L. Acidente Vascular Cerebral. **ABC da Saúde**. Novembro de 2006. Disponível em: <<http://www.abcdasaude.com.br/artigo.php?6>> Acesso em: fev. 2006.

BARONE, Dante. **Sociedades artificiais: a nova fronteira da inteligência nas máquinas**. Porto Alegre: Artmed S.A., 2003.

BARRETO, Alexandre S.; BUENO, Tânia C. D. A.; HOESCHL, Hugo C. **Aplicando raciocínio baseado em casos para representar o conhecimento de decisões tributárias em sistemas de recuperação de informação**, In: 1st worksohp on Automatic Deduction and Artificial Intelligence (IDEIA), in the 8th Iberoamerican Conference on Artificial Intelligence (IBERAMIA), 2002, Sevilha. Proceedings of the IDEIA. , 2002. v.1. p.67 – 76.

BARROWS, H. S., Feltovich, P. J. The Clinical Reasoning Process. **Medical Education**. 1987. p. 86-91. vol 21.

BECKER, Elvis Bartolomeu. **Sistema de apoio para o diagnóstico de enfermidades orais utilizando raciocínio baseado em casos**. 2002. Disponível em: <<http://campeche.inf.furb.br/tccs/2002-II/2002-2elvisbartolomeubeckerap.pdf>> Acesso em: jul. 2008.

BITTENCOURT, Guilherme. **Inteligência computacional**. Departamento de Automação e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. Disponível em: <<http://www.das.ufsc.br/gia/softcomp/>> Acesso em 22 jul. 08

BOEHME, Maria Sueli Pamplona. **A contribuição da escola no processo de tecnoletramento do aluno: uma avaliação da implantação de recursos informatizados nas escolas públicas de Rio do Sul**. Rio do Sul, 2003. 107 p. Dissertação (Mestrado em Educação e Cultura). Programa de Pós-Graduação em Educação e Cultura. Universidade do Estado de Santa Catarina

BRAGA, Mário S. **Modelo RBC aplicado à jurisprudência da justiça federal**. 87 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. 2006. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?idb2006/c08.def>> Acesso em: mai. 2008.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação em Saúde. **Saúde Brasil 2006: uma análise da situação de saúde no Brasil/Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise de Situação em Saúde**. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 620 p. : il. – (SÉRIE G. ESTATÍSTICA E INFORMAÇÃO EM SAÚDE).

BUENO, Tânia C. D. A. **Recuperação da informação jurídica de sistemas baseado em casos**. Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. Disponível em: <<http://www.i3g.org.br/experienciadoce/presencial/engdoconhecimento/biblioteca/resumodi ssertacaotania.pdf>> Acesso em: 22 jul. 08.

CAMARGO, Kátia G. **Inteligência artificial aplicada à nutrição na prescrição de planos alimentares**. 64 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

CARBONEL, J. G.; VELOSO, Manuela M. Derivational analogy in PRODIGY: Automating Case Acquisition, Storage, and Utilization. In: **Machine Learning**, Date: 1993.

CAVALCANTI, Maria Cláudia. **XML - Introdução**. 2001. Disponível em: <<http://dataware.nce.ufrj.br:8080/dataware/areas/metadadoseontologia/Apresentacoes/WII-XML.ppt>> Acesso em: jun. 2008.

CLANCEY, W.; SHORTLIFFE, E.H. (Eds.) - **Readings in Medical Artificial Intelligence: The First Decade**. Reading, MA: Addison-Wesley, 1984.

COIERA, E. W. **Informática médica**. 2004. Disponível em: <<http://www.informaticamedica.org.br/informaticamedica>> Acesso em: 22 ago. 2005.

COLLINS, Robert C. **Neurologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.

COSTA, Macário. **Sistemas tutores inteligentes**. 2002. Disponível em: <<http://www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/trabalhos/MacarioMaterial/Sti.htm>> Acesso em: mai. 2008.

COSTA, M.T.C. **Uma arquitetura baseada em agentes para suporte ao ensino a distância**. 74 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 1999.

COYLE, Lorcan; HAYES, Conor; CUNNINGHAM Pádraig. **Representing cases for CBR in XML**. 2002. Department of Computer Science, Trinity College Dublin.

CUNHA, Flávia B. R. P. **Educação: uma metodologia e um modelo para auxiliar a construção de currículos para educação mediada por computador**. 204 p. Tese (Doutorado em Computação Aplicada). São José dos Campos: INPE, 2003.

CUNHA, Leonardo Magela. **Formação de grupos de trabalho utilizando agentes de software**. 115 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Informática). Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-RJ. Abril, 2002.

DALFOVO, Oscar; FENILI, Romero; MINELLA, Chaiene M. da Silva; SELHORST, Marilei. **Raciocínio baseado em casos utilizando a dieta do tipo sanguíneo**. Universidade Regional de Blumenau. 2003. Disponível em: <http://campeche.inf.furb.br/siic/siego/docs/rbc_dieta.pdf> Acesso em: jul. 2008.

DAMIANI, Ibsen T.; YOKOO, Edson I. (Revisor Rubens J. Gagliard) **AVC – Acidente Vascular Cerebral**. (Editado por TRB PHARMA, 1995) Disponível em: <http://www.saudeemovimento.com.br/conteudos/conteudo_exibe1.asp?cod_noticia=44> Acesso em: fev. 2006

DELPIZZO, V. L. F. **Prescrição de atividades físicas através do uso da inteligência artificial**. Florianópolis, SC. 1997. 74 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.

DENNING, R.; SMITH, P.J **The Biology Sleuth**: evaluation of an interactive learningenvironment. Systems, Man and Cybernetics, 1994. apos ; Humans, Information and Technologyapos, 1994. IEEE International Conference on Volume 1, Issue , 2-5 Oct 1994 Page(s) : 723 - 728 vol.1.

DETERS, Janice I; VIGOLO, Vander; BEPPLER, Marcio D *et al*. **Desenvolvimento de um sistema de raciocínio baseado em casos na identificação de transtornos mentais**. Universidade Federal de Santa Catarina. 2006. Disponível em: <<http://www.sbis.org.br/cbis/arquivos/792.pdf>> Acesso em: jul. 2008

FERNANDES, Anita Maria da Rocha. **Inteligência artificial: noções gerais**. 2ª impr..Florianópolis, SC: Visual Books, 2005.

_____. **Inteligência artificial aplicada à saúde**. Florianópolis: Visual Books, 2004.

FERNANDES, Cláudia S., RUSSI, Daniela T. A., SILVA, Francisco A. *et al.* **Utilização do método de raciocínio baseado em casos numa base de casos de doenças de soja.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1999. Disponível em: <http://fipp.unoeste.br/~chico/artigo_rbc_doencas_de_soja.pdf> Acesso em: 23 jul. 08.

FERREIRA, Fernando; MARTINS, Cláudia. **O Papel da fisioterapia no AVC.** 2002. Disponível em: <<http://www.rampadeacesso.com/Ser/sau/fisioterapia.htm>>.htm Acesso em: fev. 2006.

FIGUEIRÓ, Fernanda Pereira. **Acidente vascular cerebral.** 2008. Disponível em: <http://www.profala.com/artavc1.htm>, acesso em: Maio de 2008.

FREEMAN, Reva. **What is an intelligent tutoring system?** Publicado em: *Intelligence*, 11(3): 15-16, 2000.

FREITAS, Jackeline Spinola. **Agentes inteligentes:** benefícios e desafios de sua aplicação na comunicação interativa. INTERCOM – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. XXV Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Salvador/BA, 2002.

FRIGO, Luciana Bolan; POZZEBON, Eliane; BITTENCOURT, Guilherme. **O papel dos agentes inteligentes nos sistemas tutores inteligentes.** World Congress on Engineering and Technology Education, São Paulo, 2004.

GALVÃO, Stella. Uma relação tão delicada. **Revista Viva Saúde**, edição de 23 de março de 2006. Disponível em: <<http://www.vivasaudedigital.com.br/Edicoes/23/artigo15530-1.asp>> Acesso em: mar. 2008.

_____. Bom relacionamento entre médico e paciente é essencial para se realizar uma boa consulta. **Jornal do Consumidor**, 7 de abril de 2006, São José dos Campos.

GAMA, Cláudia Amado; BARREAU, Guillaume; BARBOSA, Amadeu A. J.; AMARAL, Vagner; BARREIROS, Lívia. **Projeto i-MIRA.** Universidade Federal da Bahia. 2003. Disponível em: <<http://twiki.dcc.ufba.br/bin/view/IMira>> Acesso em: 10 jul. 2008.

GAMBOA, Hugo. Ana Fred. **Designing intelligent tutoring systems:** a bayesian approach. III International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS, 2001.

GAVIDIA, Jorge Juan Zavaleta; ANDRADE, Leila Cristina Vasconcelos. **Sistemas tutores inteligentes.** Trabalho de conclusão da disciplina Inteligência Artificial do Programa de Pós-Graduação da COPPE - Sistemas da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://www.cos.ufrj.br/~ines/courses/cos740/leila/cos740/STImono.pdf>> Acesso em: 22 jul. 08.

GENTNER, D. **Structure Mapping, a theoretical framework for analogy:** cognitive science, Vol.7. pp.155-170, 1983.

GIRAFFA, Lúcia Maria Martins. **Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais**. Porto Alegre, 1999. Tese (Doutorado em Ciências da Computação) Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GIRAFFA, Lúcia Maria Martins. **STI modelados através de uma sociedade de agentes**. 2006. Disponível em: <http://www.edukbr.com.br/colunas/artigo_conteudo.asp?Id=22> Acesso em: mai. 2008.

GIRAFFA, Lúcia Maria Martins; GOULART, Rodrigo R. V. **Utilizando a tecnologia de agentes na construção de sistemas tutores inteligentes em ambientes interativos**. Faculdade de Informática. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação – PUCRS. SBIE 2001.

GORELICK, P.B.; Stroke prevention therapy beyond antithrombotics: unifying mechanisms in ischemic stroke pathogenesis and implications for therapy. *STROKE*, 2002.

GSI, Grupo de Sistemas Inteligentes, DIM-UEM. **Inteligência computacional, engenharia e representação do conhecimento**. 2002. Disponível em: <http://www.din.uem.br/ia/conhecimento/tecnicas.htm> Acesso em: 20 de novembro de 2006.

GUIMARÃES, Oswaldo Luiz Cobra. **Cálculo diferencial e integral, uma mudança de foco: do algebrismo às representações múltiplas, através de atividades de modelagem matemática e ambientes informatizados**. Florianópolis. 2002. 256 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina.

HANDBOOK OF MEDICAL INFORMATICS, 2004. Disponível em: <http://www.mieur.nl/mihandbook/r_3_3/handbook/home.htm>. Acesso em: jun. 2008

HATZILYGEROUDIS; PRENTZAS, J. Knowledge representation requirements for intelligent tutoring systems, *In* LESTER, J. C. R.; VICARI, M.; PARAGUACU, F. (edit.). **Intelligent tutoring systems**. VII International Conference, ITS 2004, Maceio, Alagoas, Brazil, August/September 2004, Proceedings, Springer, 87-97.

HENRIQUES, Vânia F. C. de Sá; UHR, Fátima R. B; SOARES, Adriana B. **A formação de conceitos e a organização do conhecimento**. Universidade Gama Filho, Programa de Pós Graduação em Psicologia, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://vicenterisi.googlepages.com/conceitoseorganizacao-Van-Fat.doc>> Acesso em: 22 jul. 08.

HOUAISS, Antônio; Villar, Mauro de Salles. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**, Editora Objetiva, Rio de Janeiro, 2001.

JANSEN. **Informática aplicada à educação**. 2005. Disponível em: <<http://br.geocities.com/doutorjason/InfEduc1.htm>> Acesso em: mai. de 2008.

JOHNSON, Lewis; SHAW, Erin; GANESHAN, Rajaram. **Pedagogical agents on the web**. Center for Advanced Research in Technology for Education USC / Information Sciences Institute. USA. ITS, 1998.

JÚLIO, Márcia R. F. M. **Um estudo de métricas de similaridades em sistemas baseados em casos aplicados à área de saúde.** 148 p. Dissertação (Mestrado em Computação). Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, 2005.

KASTER, Daniel S.; MEDEIROS, Cláudia B.; ROCHA, Heloísa V. “Aplicação de Raciocínio Baseado em Casos à Decisão Ambiental”. UNICAMP, São Paulo, 2000. Disponível em: < <http://209.85.215.104/search?q=cache:4z7pwJaECKsJ:www.tecgraf.puc-rio.br/geoinfo2000/anais/010.pdf+WOODSS+%2B+racioc%C3%ADnio+baseado+em+casos&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=1&gl=br&client=firefox-a> > Acesso em: 11 set. 08.

KMETEUK, Osmir. **Contribuição para um prontuário eletrônico do paciente para unidades de saúde remotas.** Paraná, 2003. 144 p. Dissertação (Mestrado em Informática Aplicada). Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

KOLODNER, Janet L.; LEAKE, David A **Tutorial Introduction to Case-Based Reasoning . In Case-based reasoning: experiences, lessons and future directions.** MIT Press. 1996. pp 31-65. Disponível em: < http://www.cs.indiana.edu/~leake/papers/p-96-01_dir.html/paper.html> Acesso em: 22 jul. 08.

KOSLOSKY, M. A. N. **Aprendizagem baseada em casos: um ambiente para ensino de lógica de programação.** Florianópolis, SC, 1999. 94 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Setembro, 1999.

LEAKE, David B. **CBR in context: the present and the future.** Indiana University, 1996. Disponível em: < <http://citeseer.ist.psu.edu/22268.html> > Acesso em: 22 jul. 2008.

LEE, Rosina W. **Pesquisa jurisprudencial inteligente.** 103 p. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós Graduação de Engenharia de Produção, Florianópolis, 1998.

LENIANA, A.; CASES, M.; PEREZ, R.G.E.; DIEZ-TEJEDOR E; Sociedad Iberoamericana de Envermedad Cerobrovascular (SIECV). Recommendations for stroke treatment and prevention. **Revista Neurologia**, 2004. Disponível em: <<http://www.revneurol.com/sec/resumen.php?or=pubmed&id=2004398#>> Acesso em: 22 jul. 08.

LOHMANN, Samir. **Aplicando a técnica de raciocínio baseado em casos na identificação de cenários de intrusão em Logs de Firewalls.** 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Informática). Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2005.

LOTUFO, Paulo A. Mortalidade pela doença cerebrovascular no Brasil. **Revista Brasileira de Hipertensão**, 4: 387-91, 2000.

MAES, Pattie. **Designing autonomous agents: theory and practice from biology to engineering an.** 1 ed. (falta o local...): Mit Press, 1991. Disponível em: < http://books.google.com.br/books?id=cK1pavJW98C&dq=%22Designing+autonomous+agents:+theory+and+practice+from+biology+to+engineering%22&pg=PP1&ots=YONfq7JVn&sig=hxn35yMh9F_sMbX38Mjsu4f91rw&hl=ptBR&sa=X&oi=book_result&resnum=1&ct=resul#PPP1,M1> Acesso em: 22 jul. 08.

MANUAL Merck: saúde para a família. 2006. Disponível em: <http://www.msd-brazil.com/msd43/m_manual/mm_sec6_74.htm> Acesso em: fev. 2006.

MARTINS, Agenor de Souza; FERNEDA, Edilson. **Computação Baseada em Casos: Contribuições Metodológicas aos Modelos de Indexação, Avaliação, Ranking, e Similaridade de Casos**. Campina Grande PB. 153 p. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal da Paraíba, 2000.

MELLO, Júlio César Souza; FROZZA, Rejane. **Fred, um agente pedagógico mediador na construção do conhecimento**. Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, 2007. Disponível em: <<http://ppginf.ucpel.tche.br/wesaac/Anais/Artigos/artigo-mello.pdf>. > Acesso em: 22 jul. 08.

MENDIS, S.; ABEGUNDE, D.; YUSUF, S.; EBRAHIM, S.; SHAPER, G.; GHANNEM, H.; SHENGELIA, B.; Who Study on Prevention of Recurrences of Myocardial Infarction and Stroke (Who-Premise). **Bull World Health Organ**, Novembro, 2005.

MESCHIA, J.F; **Management of acute ischemic stroke: what is the role of TPA and antithrombotic agents**. Postgrad Med. 2000. Disponível em: <http://www.postgradmed.com/issues/2000/05_00/meschia.shtml > Acesso em: 22 jul. 08.

MESQUITA, Evandro Tinoco; TIMMERMAM, Ari. **Diretriz da dor torácica: aplicação na prática clínica**. 2003. Disponível em: <<http://educacao.cardiol.br/pec/aterosclerose/fasciculos/2003a2f4m2/art01.htm>> Acesso em: jul. 2008.

MILLÉO, Galbas F.; BORGES, Paulo Sérgio S.; SILVA, Reginaldo R. **Uma aplicação de raciocínio baseado em casos para apoio a identificação de possíveis suspeitos de crimes**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~l3c/artigos/Galbas02.pdf>.> Acesso em: 22 jul. 08

MINSKY, Marvin. A Framework for Representation Knowledge, In **The psychology of computer vision**, pages 211-277. New York: McGraw-Hill, 1975

MORAES, Julieta Rodini Engrácia. **Transtornos Circulatórios**. 2006. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/download/deptos/patologia/julieta/isquemia_hemorragia.pdf> Acesso em: mai. 2007.

MORESI, Eduardo Amadeu Dutra. **Inteligência organizacional: um referencial integrado**. Universidade de Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-19652001000200006&script=sci_arttext&tlng=pt > Acesso em: 8 set. 08

NARDON, Fabiane Bizinella. **Using XML for healthcare information representation**. Brazilian Society of Healthcare Informatics Newsletter. São Paulo, v.5, p.9-13, 2000.

NILSSON, Markus; SOLLENBORN, Mikael. **Advancements and Trends in Medical Case-Based Reasoning: An Overview of systems and System Development**, Mälardalen University. Department of Computer Science and Engineering, Sweden, 2004.

OBJECT MANAGEMENT GROUP. Agent Technology – Green Paper. Version 1.0, 2000, Object Management Group. Disponível em: < <http://citeseer.ist.psu.edu/370267.html> > Acesso em: 22 jul. 08.

OLDONI, Alisson; FERNANDES, Ana Maria da Rocha; MOREIRA, Benjamin Grando; DETERS, Janice Inês. **Desenvolvimento de um agente pedagógico inteligente para um sistema tutor na área da saúde**. Universidade do Vale do Itajaí. Universidade Federal de Santa Catarina. 2006. Disponível em: <<http://www.sbis.org.br/cbis/arquivos/896.pdf>> Acesso em: 09 jul. 2008.

ONG, Jim; RAMACHANDRAN, Sowmya. **Intelligent tutoring systems: using AI to improve Training Performance and RO**, Stottler Henke Associates. (2003). Inc. Disponível em: <http://www.shai.com/papers/ITS_using_AI_to_improve_training_performance_andROI.pdf> Acesso em: mai. 2008.

PAL, Sankar K., SHIU, Simon C. K. **Foundations of soft case-based reasoning**. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2004.

PENNA, Caio César. **O processo de diagnóstico**. 2008. Disponível em: <<http://www.artigonal.com/medicina-artigos/o-processo-de-diagnostico-395104.html>> Acesso em: mai. 2008.

POLENA, S., Mamakos, E.; GAREWAL, V.; SHARMA, H., FLORES, L.; SEIFEN, G.; GINTAUTAS, J.; MANIA R, R.; Etiology of cerebrovascular accidents in octogenarians. **Proc West Pharmacol Soc**, 2005.

POPPER, Karl. **A Lógica da Pesquisa Científica**, São Paulo: Editora Cultrix, 2006.

PRIMEIRO Consenso Brasileiro do Tratamento da Fase Aguda do Acidente Vascular Cerebral: Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria** 2001; 59(4): 972-980.

RADANOVIC, Márcia. Características do atendimento com acidente vascular cerebral em hospital secundário. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, 2000; 58(1): 99-106.

RÉA, Álvaro Neto. Raciocínio clínico – o processo de decisão diagnóstica e terapêutica. **Revista Associação Médica Brasileira**. Brasil 1998. 44(4): 301-11. Departamento de Clínica Médica da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR.

RIESBECK, Christopher K; SCHANK, Roger C. **Inside case-based reasoning**. Lawrence Erlbaum, 1989. Disponível em: < http://books.google.com/books?pg=RA1PR22&lpg=PR21&dq=%22Riesbeck%22+%22Inside+CaseBased+Reasoning%22+&lr=&sig=ACfU3U1fjJv1WYP4PetllkRxf8bbhNBafg&id=ZK_FHFq3Vk0C&hl=pt-BR&ots=IdHjNKlvLE&output=html > Acesso em: 22 jul. 08.

RODRIGUES, Rafael de Figueiredo; SOUZA, Eurice. AIHA – Ambiente Interativo e Heurístico de Aprendizagem. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Revista Novas Tecnologias na Educação**. Março de 2004.

RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial: un enfoque moderno**. 2. ed., Madrid: PEARSON Educacion. S.A., 2004.

SÁ, Fábio. P; NAKAMITI, Gilberto S. **Case-based reasoning: Uma visão sobre o Raciocínio Baseado em Casos**. Network Technologies, Nova Odessa, v. 1/2, n. 1/2, pages 11-23, 2002.

SALEM, Abdel-Badeeh M. **Case based reasoning technology for medical diagnosis**. Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology Volume 25 November 2007. ISSN 1307-6884.

SAYAO, Luís Fernando. Theoretical models in information science abstraction and scientific method. **Ciência da informação**. Brasília, v. 30, n. 1, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010019652001000100010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 jan. 2007.

SBIS – Sociedade Brasileira de Informática em Saúde. **O que é informática em saúde**. 2005. Disponível em: <<http://www.sbis.org.br/indexframe.html>> Acesso em: jun. 2008.

SCHANK, R. C. **Case-based teaching: four experiences in Educational software design**. The Institute for the Learning Sciences. Technical Report.1991.

Schank, R., KASS, A. e RIESBECK, C. **Inside Case-based Explanation**. Lawrence Erlbaum Associates, Institute for the Learning Sciences, 1994.

SEABRA, Carlos. **O computador na criação de ambientes de aprendizagem**. 1993. Disponível em: <<http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/846/758>> Acesso em: 10 jul. 2008.

SILVA, Aristófanés C.; CARVALHO, Paulo César P. **Medidas globais em 3d para diagnóstico de nódulo pulmonar**. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-RJ, Instituto de Matemática Pura e Aplicada – IMPA, Janeiro de 2003. Disponível em: <<http://www.visgrafimpa.br/Projects/vismed/lung/doc1/MedidasNodulo.pdf>. >Acesso em: jul. 08.

SILVA, Deam James Azevedo. **Representação e indexação de casos em sistemas de raciocínio baseado em casos para o domínio da neurologia**. Paraíba, 2002. 146 p. Dissertação (Mestrado em Informática). Universidade Federal da Paraíba.

SILVA, Harrysson L. **Planejamento baseado em casos aplicado na resolução de não conformidades (NC) ambientais no ciclo de vida de produtos, processos e serviços**. 238 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997.

SILVA, Renata de Paiva. **Modelo de apoio ao diagnóstico no domínio médico aplicando raciocínio baseado em casos**. Brasília, 2005. 116 p. Dissertação (Mestrado em Gestão do Conhecimento e da Tecnologia da Informação). Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2005.

SOUZA, E, Hyacinth S. **Software agents: an overview**. Knowledge Engineering Review, 205-244, 1996.

SOUZA, Eliane Moreira Sá. **Uma estrutura de agentes para assessoria na internet.** 77 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

STAMM, Ana Maria Nunes de Faria. **Raciocínio clínico no diagnóstico médico.** Florianópolis, 2007. 243 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

SKINNER, B. F. Uma tecnologia do comportamento (Tradução de L. Goulart e M. L. F. Goulart). In SKINNER, B. F. (org.). **O mito da liberdade.** 2 ed.. Rio de Janeiro: Bloch. 1973. pp. 25-37.

TELLES, Viviane Carra; TELLES JUNIOR, Dagoberto; LORENZI, Fabiana; LOH, Stanley; FRANCESCHI, Analucia S. M. Sistema de raciocínio baseado em casos para a recomendação de programa alimentar. Universidade Luterana do Brasil. Universidade Católica de Pelotas. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação.** Edição 9. nº. 3. 2006.

TENBACK, Robert H. **A comparison of similarity measures for case-based reasoning.** Utrecht University, 1994. Disponível em: < <http://www.tenback.org/Robert/cbr.html> > Acesso em 22 jul. 08.

THÉ, Maria Alice Lagos. **Raciocínio baseado em casos:** uma abordagem *fuzzy* para diagnóstico nutricional. Santa Catarina, 2006. 182 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina.

THIRD Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) **Final Report. Circulation,** 2002.

TVERSKY, Amos; GATI, Itamar. Studies of Similarity. Cap. 4, p.79-98. 1978. **Cognition and categorization.** - New York : Lawrence Erlbaum.

URRETAVIZCAYA, M. Sistemas Inteligentes en el ámbito de la Educación..Journal Title: Inteligencia Artificial. **Revista iberoamericana de inteligencia artificial.** v. 12, p. 5-12, 2001. Disponível em: <<http://aepia.dsic.upv.es/revista/numeros/12/Urretavizcaya.pdf>> Acesso em: mai. de 2008.

VALENTE, J. A. Análise dos diferentes tipos de softwares usados na Educação. In. VALENTE, J. A. (org.). **O computador na sociedade do conhecimento.** Campinas: NIED/UNICAMP, 1999.

VANZIN, M.; Abel M. e HEUSER, C.A. Extração e representação de estruturas de documentos jurídicos. Em **Simpósio de Tecnologias de Documentos - STD** - São Paulo, 2002.

VIEIRA, Fábila Magali Santos. **Avaliação de software educativo:** reflexões para uma análise criteriosa. Disponível em: <<http://edutec.net/Textos/Alia/MISC/edmagali2.htm> > Acesso em: out. 2007.

WANGENHEIM, Christiane G. V., WANGENHEIM, Aldo V. **Raciocínio baseado em casos**. Barueri, S.P: Manole, 2003.

WATSON, Ian; MARIR, Farhi. **Case based reasoning: a Review**. The Knowledge Engineering Review, London, v.9, n.4, p. 327-354, 1994

WEISSHEIMER, Érico O.; HEINZLE, Roberto; BECKER, Elvis B. **Sistema de apoio para o diagnóstico de enfermidades orais utilizando raciocínio baseado em casos**. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) Universidade Regional de Blumenau, 2003.

WOOLDRIDGE, Michael; NICK, Jennings. Intelligent agents: theory and practice. **Knowledge engineering review**. Vol. 10, Nº. 2, Cambridge: University Press, 1995.

_____. **Software agents**. Dept. of Electronic Engineering, Queen Mary & Westfield College; Dept. of Computing Manchester Metropolitan University. IEE Review, January 1996, pp 17-20.

W3SCHOOLS. **XML tutorial**. 2005. Disponível em: <<http://www.w3schools.com/xml/default.asp>> Acesso em: jan. 2008.

_____. **DTD tutorial**. 2005. Disponível em: <<http://www.w3schools.com/xml/default.asp>> Acesso em: jan. 2008.

_____. **Schema tutorial**. 2005. Disponível em: <<http://www.w3schools.com/xml/default.asp>> Acesso em: jan. 2008.

WMHELP **XMLPAD**, 2005. Disponível em: < <http://www.wmhelp.com/xmlpad3.htm>> Acesso em: 28 jul. 08.

ZINNI, Juliana V. S. **Acidente vascular cerebral (AVC)**. Universidade Camilo Castelo Branco, UNICASTELO, 2004. Disponível em: < <http://www.colegiosaofrancisco.com.br/alfa/avc/a-v-c7.php> > Acesso em: jul. 2008.

ANEXO A - Formulário de Coleta de Dados

AMBIENTE DE APRENDIZAGEM INTERATIVA PARA O APOIO AO ESTUDANTE NO DIAGNÓSTICO DE PACIENTES QUE SOFRERAM ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL	Página 2 de 2									
	Identificação									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pesquisadores: Elba Maria Quirino de Almeida e Gustavo José Martiniano Porfírio; fones: +83 8805-0368, +82 91117252; correio eletrônico: elbamaria@gmail.com, gustavo.porfirio@gmail.com										

1. Nome do sujeito da pesquisa

2. Nome do pesquisador

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3. Dados pessoais

Registro	<input type="text"/>	Altura	<input type="text"/>	,	<input type="text"/>	<input type="text"/>	m													
Raça	<input type="text"/>	Peso	<input type="text"/>		<input type="text"/>	,	<input type="text"/>	k	<input type="text"/>	g										
IMC	<input type="text"/>	Profissão	<input type="text"/>																	
Idade	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	anos		<input type="text"/>													

4. Quadro clínico

Sedentário	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não
Diabético	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não
Hipertenso	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não
Dislipidemia	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não
Cardiopata	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não
Tabagista	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não
Alcoólatra	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não
AVC(s) prévio(s)	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não
	<input type="checkbox"/>	Quantos?		

Hemiplegia	<input type="text"/>																			
Hemiparesia	<input type="text"/>																			

Resposta Verbal Sim Não

orientado e conversando, desorientado e conversando, palavras inapropriadas, sons incompreensíveis, sem resposta

Resposta Motora Sim Não

obedece comandos, localização à dor, flexão inespecífica (retirada), flexão hipertônica, extensão hipertônica, sem resposta

Abertura Ocular Sim Não

espontânea, ao comando verbal, à dor, ausente

Glasgow nota

Resposta Dolorosa Sim Não

Aspecto da pupila	<input type="checkbox"/>	Anisocoria (pupilas desiguais)
	<input type="checkbox"/>	Miose (pupilas contraídas)
	<input type="checkbox"/>	Midríase (pupilas dilatadas)

Pupila foto-reativa Sim Não

Desvio do olhar Sim Não

Convulsão Sim Não

Deambulação Sim Não

Cefaléia Sim Não

Movimentos Involuntários Atetóide
 Coreico

Ataxia Sim Não

Local do AVC Laudo	<input type="text"/>
	<input type="text"/>

Tratamento: _____

Exames: _____

ANEXO B-Termo de responsabilidade e compromisso do pesquisador responsável**TERMO DE RESPONSABILIDADE E COMPROMISSO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL**

Eu, **Elba Maria Quirino de Almeida Mangueira**, pesquisadora responsável pelo projeto **Ambiente de aprendizagem interativa para o apoio ao estudante no diagnóstico de pacientes que sofreram acidente vascular cerebral**, declaro estar ciente e que cumprirei os termos da Resolução 196 de 09/10/96 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde e declaro:

1. assumir o compromisso de zelar pela privacidade e sigilo das informações;
2. tornar os resultados desta pesquisa públicos sejam eles favoráveis ou não; e
3. comunicar ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL) sobre qualquer alteração no projeto de pesquisa, nos relatórios anuais ou através de comunicação protocolada, que me forem solicitadas.

Maceió, de de 2006

CPF: 04098597454

TERMO DE RESPONSABILIDADE DO PESQUISADOR e/ou COLABORADOR

Eu, **Gustavo José Martiniano Porfírio**, pesquisador do projeto **Ambiente de aprendizagem interativa para o apoio ao estudante no diagnóstico de pacientes que sofreram acidente vascular cerebral** declaro estar ciente e que cumprirei os termos da Resolução 196 de 09/10/96 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde.

Maceió, de de 2006

CPF: 051.526.914-00

ANEXO C - Publicações em congressos

- Artigo publicado no 19th IEEE Symposium on Computer-based Medical Systems (CBMS'06)

The screenshot shows a web browser window displaying the IEEE Computer Society Digital Library page for the paper "An Aid System to the Medical Diagnosis of Patients with Neurological Problems". The browser's address bar shows the URL: <http://ieeexplore.computer.org/personen/DLabsToc.jsp?resourcePath=/dl/proceedings/&toc=comp/proceedings/cbms/2006/2517/00/2517toc.xml&DOI=10.1109/CBMS.2006.36>. The page features a navigation menu with options like Home, Digital Library, Site Map, Store, Contact Us, Press Room, Shopping Cart, Help, and Login. The main content area includes a breadcrumb trail: "Archive Page >> Table of Contents >> Abstract". Below this, it indicates the paper is from the "19th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS'06)" on pages 259-263. The title "An Aid System to the Medical Diagnosis of Patients with Neurological Problems" is prominently displayed, followed by the authors' names and affiliations: E.M. Quirino, Universidade Federal de Alagoas, Brazil; F. Paraguaçu, Universidade Federal de Alagoas, Brazil; and G.M.C. Souza, Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas, Brazil. There are links for "Full Article Text" and "DOI Bookmark: <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/CBMS.2006.36>". An "Abstract" section follows, stating: "The aim of this paper is to approach an Interactive Learning Environments of diagnosis support and aid in the treatment of patients who present neurological problems. This paper proposes an architecture that facilitates the activities of the medical students, in decision-support, giving advice in physiotherapy about patients with cerebral vascular accident." On the right side, there are several utility boxes: "Abstract Contents" with links for Abstract and Citation; "Download Citation" with links for Ascii Text, BibTex, RefWorks, Procite/RefMan/Endnote; "Free access to" with radio buttons for Abstracts and Selected PDFs; "Electronic subscribers log in to" with radio buttons for Access HTML/PDFs of full text articles and Download full issue (ZIP of PDFs); and "Subscription information".

- Artigo publicado na 22ª Conferência Mundial de Educação a Distância (ICDE)

