

ANDREY RICARDO PIMENTEL

**MEDIDAS COGNITIVAS PARA O ENSINO DE CONCEITOS
VISUAIS COM SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Curso de Pós-Graduação em Informática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Alexandre Ibrahim Direne

CURITIBA

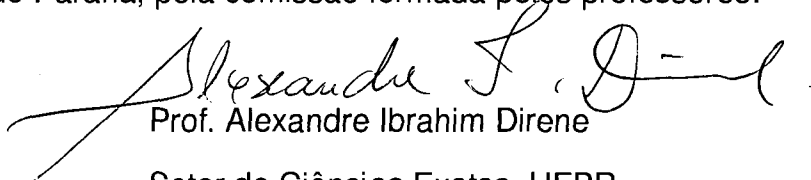
1997

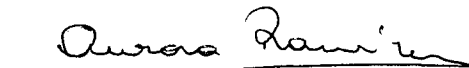
ANDREY RICARDO PIMENTEL

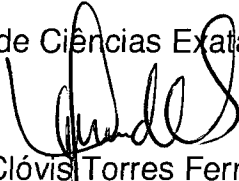
MEDIDAS COGNITIVAS PARA O ENSINO DE CONCEITOS VISUAIS COM
SISTEMAS Tutores INTELIGENTES

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Curso de Pós-Graduação em Informática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, pela comissão formada pelos professores:

Orientador:


Prof. Alexandre Ibrahim Direne
Setor de Ciências Exatas, UFPR


~~Profa. Aurora Ramirez Pozo~~
Setor de Ciências Exatas, UFPR


Prof. Clóvis Torres Fernandes
Divisão de Ciência da Computação, ITA

Curitiba, 09 de outubro de 1997

Learning is finding out what you already know. Doing is demonstrating that you know it. Teaching is reminding others that they know just as well as you. We are all learners, doers, teachers.

R. Bach (*Illusions*)

Dedico este trabalho à minha família pelo amor, carinho e apoio que sempre me deram e ao meu amigo e orientador Alexandre por ter acreditado em mim quando nem eu mesmo acreditava.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Ao prof. Arnolfo Carvalho Neto pela inestimável colaboração como especialista no ensino de Radiologia.

À Coordenação de Pós-Graduação em Informática por ter possibilitado, sempre de maneira excepcional, que eu realizasse este trabalho.

Ao Departamento de Informática da UFPR como um todo e individualmente a cada um dos professores e funcionários deste departamento pelo apoio e pelas condições de trabalho, sempre muito boas.

Especialmente aos professores Marcos Castilho, Picanço e Wanda pela colocação como professor substituto; Aurora pelo acompanhamento e dicas sobre este trabalho; Urban, Sunye, Tânia, Olga, Martin, Bruno, Armando, Renato, Heraldo, Roberto e Valério pelo apoio.

Aos meus queridos colegas do curso de mestrado: Elisa , Aldri, Tatiana, Nélis, Manasses, Denílson, João Fabio, Fabio, Silvio e a todos os outros.

Aos meus amigos: João Alberto Fabro, Carlos Fernando Bela Cruz, Edson Bacin e Marco Aurélio Medina por terem me agüentado em Campinas.

Aos meus sempre orientadores: Míriam, Carmem, Cristina, André, Heloísa e Alexandre.

Aos meus amigos.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	viii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS E O PROBLEMA.....	2
1.2 SISTEMAS TUTORIAIS INTELIGENTES (ITS).....	3
1.3 O SISTEMA RUI.....	5
1.3.1 Autoria de ITS Usando o Sistema RUI	7
1.3.2 O Ensino Usando o Sistema RUI	8
1.4 O QUE É NECESSÁRIO	10
2 HISTÓRICO DO ENSINO DE CONCEITOS VISUAIS.....	11
2.1 ENSINO DE CONCEITOS.....	12
2.2 ENSINO DE CONCEITOS VISUAIS.....	15
2.2.1 Sistemas Computadorizados para o Ensino de Conceitos Visuais	17
2.3 MEDIDAS COGNITIVAS	19
2.4 SISTEMAS DE AUTORIA.....	20
3 MEDIDAS COGNITIVAS.....	23
3.1 FATORES COGNITIVOS E APRENDIZES	25
3.2 FATORES COGNITIVOS E A CURVA U DO APRENDIZADO	27
3.3 MEDIDAS COGNITIVAS: DEFINIÇÃO.....	30
3.4 MEDIDAS COGNITIVAS: REPRESENTAÇÃO.....	33
3.5 ESTUDO DE CASO.....	36

3.5.1 Local do Estudo	36
3.5.2 Metodologia Empregada	37
3.5.3 Resultados	39
4 SEQUENCE: UMA FERRAMENTA DE AUTORIA PARA MEDIDAS	
COGNITIVAS.....	41
4.1 AUTORIA DE CURSOS	42
4.1.1 Interface de Edição de Cursos	43
4.1.2 Arquitetura do Nível de Edição de Cursos	48
4.2 DESCRIÇÃO COGNITIVA DAS IMAGENS.....	50
4.2.1 Interface para Atribuir Valores Cognitivos a uma Descrição de Imagem	51
4.2.2 Arquitetura do Nível de Descrição de Imagem	53
4.3 INTEGRAÇÃO COM O AMBIENTE RUI.....	54
4.3.1 Nível de Produção	55
4.3.2 Nível de Autoria Tutorial	55
5 DISCUSSÃO E AVALIAÇÃO.....	57
5.1 MEDIDAS COGNITIVAS E OS MÓDULOS DE UM ITS NO ENSINO E AUTORIA	
.....	58
5.1.1 Medidas Cognitivas e Modelo Tutorial	58
5.1.2 Medidas Cognitivas e Modelos do Domínio e do Aprendiz	59
5.1.3 Autoria de um ITS e Medidas Cognitivas	60
5.2 SUPOSIÇÃO DOS EXTREMOS.....	60
5.3 INCOMPATIBILIDADE ENTRE ESPECIALISTAS HUMANOS.....	62
5.4 APLICABILIDADE PARA OUTRAS CLASSES DE DOMÍNIOS.....	63
6 CONCLUSÃO.....	68
6.1 CONTRIBUIÇÕES.....	68
6.2 TRABALHOS FUTUROS.....	70
ANEXO 1 - 1ª VERSÃO DO FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO COGNITIVA	
DE IMAGENS RADIOLÓGICAS.....	72

ANEXO 2 - 2ª VERSÃO DO FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO COGNITIVA DE IMAGENS RADIOLÓGICAS.....	73
ANEXO 3 - IMAGENS COLETADAS PARA O ESTUDO DE CASO.....	74
ANEXO 4 - FORMULÁRIOS PREENCHIDOS PELO ESPECIALISTA.....	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1 ARQUITETURA BÁSICA DE UM ITS.....	4
2 INTERFACE DE ENSINO DO AMBIENTE RUI.....	6
3 TRECHO DE UM DIÁLOGO DO SISTEMA RUI.....	9
4 A DISTRIBUIÇÃO DOS ESTEREÓTIPOS RESIDENTES DE RADIOLOGIA NA CURVA U	29
5 AQUISIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE UM RADIOLOGISTA PROJETADA SOBRE A CURVA U	30
6 COMPORTAMENTO DAS MEDIDAS NO TEMPO.....	35
7 JANELA PRINCIPAL DA FERRAMENTA SEQUENCE.....	45
8 JANELA PARA ATRIBUIR PESOS AOS COEFICIENTES COGNITIVOS	45
9 JANELA QUE MOSTRA OS VALORES COGNITIVOS DA IMAGEM	47
10 ARQUITETURA FUNCIONAL DO NÍVEL DE EDIÇÃO DE CURSOS.....	49
11 FORMULÁRIO PARA EDIÇÃO DE VALORES COGNITIVOS DAS IMAGENS	52
12 FORMULÁRIO PARA EDIÇÃO DE VALORES COGNITIVOS DAS CARACTERÍSTICAS.....	53
13 TRECHO DE UMA PROVA DE PROGRAMAÇÃO.....	64

LISTA DE TABELAS

1 EXEMPLO DE DEFINIÇÃO DE ESTEREÓTIPO.....	26
2 ESTEREÓTIPO DE UM RESIDENTE DE RADIOLOGIA.....	26
3 CARACTERÍSTICAS DO ESTEREÓTIPO DE UM RADIOLOGISTA PERITO..	28

4 CLASSIFICAÇÕES DAS IMAGENS.....	40
5 CARACTERÍSTICAS DO ESTEREÓTIPO DE UM PROGRAMADOR PERITO	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAI	<i>COMPUTER AIDED INSTRUCTION</i>
IA	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
ITS	<i>INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS</i>
RUI	<i>REPRESENTATION FOR UNDERSTANDING IMAGES</i>
UFPR	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
UFSP	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO

RESUMO

Este trabalho apresenta um conjunto de medidas para descrever cognitivamente a base de imagens radiológicas do sistema RUI [Dir93], visando possibilitar uma escolha adequada da próxima imagem a ser trabalhada com o aprendiz. Isto visa minimizar o tempo de aprendizado e possibilitar a utilização de diversas estratégias pedagógicas. Faz-se uma revisão sobre o ensino de conceitos, particularmente sobre o ensino de conceitos visuais, tanto da maneira convencional como através de sistemas computacionais, passando por ambientes de autoria. Apresenta-se um estudo de caso realizado para exemplificar a utilização das medidas cognitivas no ensino de diagnóstico em tomografias computadorizadas de tumores cerebrais. Descreve-se uma ferramenta para a utilização das medidas cognitivas, chamada Sequence, integrada ao sistema RUI. Faz-se, também algumas considerações e avaliações sobre a utilização de medidas cognitivas por sistema tutor inteligente (ITS) e a aplicabilidade de tais medidas ao ensino de uma classe significativamente diferente de domínios.

ABSTRACT

This work presents a set of measures for describing cognitively the radiological image database of the RUI system [Dir93] to allow an adequate choice of the next image to be presented to the learner. The goal is to minimize the learning time and to permit the implementation of a wider variety of pedagogic strategies. The literature on concept teaching is reviewed, particularly on visual concept tutoring, concerning both the traditional and computer-based lines. Authoring environments are also surveyed. A case study to exemplify the teaching of brain tumor diagnosis through CT-scans is presented. An implemented software tool, called Sequence, that supports the authoring process using cognitive measures is described, focusing on its integration to the RUI environment. Discussions about the use of cognitive measures in ITS for a range of visual domains is raised, as well as the applicability of such measures in a significantly different class of domains.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste na conceituação de medidas para quantificar cognitivamente um conjunto de imagens de um Sistema Tutor Inteligente (ITS) e na implementação de ferramentas de *software* baseadas nestas medidas para ordenar este conjunto de imagens. A classe de ITS compreendida no escopo desta pesquisa é dirigida ao ensino de “conceitos visuais”, em especial os de radiologia médica. O objetivo é possibilitar a automação de uma boa escolha da próxima imagem a ser trabalhada com o aprendiz, simulando a experiência do professor, a fim de minimizar o tempo de aprendizado e possibilitar a utilização de diversas estratégias pedagógicas.

Em uma sessão de ensino tradicional ou por computador, após terminar a discussão em cima de um exemplo apresentado, o professor simplesmente escolhe outro exemplo e continua a sessão. O grande problema é como selecionar adequadamente o próximo exemplo. Em uma turma real, o professor usa a sua experiência. Nos sistemas tutores, esta escolha ainda não está formalizada, pois os próprios professores não sabem dizer exatamente quais os critérios usados para tal. Os ITS existentes usam uma ordem fixa, preestabelecida de exemplos ou medidas de ordenação como tipicidade e similaridade (TVERSKY, 1978), todas fortemente baseadas na frequência com que um exemplar ocorre na realidade. Além disso, tais sistemas são aplicados a apenas um domínio de especialidade, ignorando totalmente as dimensões de autoria e interpretação, generalizados para a ordenação de imagens em diversos domínios de conceitos visuais.

Neste capítulo é feita uma introdução a este trabalho. Na Seção 1.1 são definidos os objetivos que queremos alcançar com este trabalho e quais os problemas que iremos abordar. Uma introdução aos Sistemas Tutoriais

Inteligentes é feita na Seção 1.2. Na Seção 1.3 faz-se uma apresentação do sistema RUI (DIRENE, 1993). Na Seção 1.4 é discutido o que precisa ser feito no sistema RUI.

1.1 OBJETIVOS E O PROBLEMA

Conforme referido acima, este trabalho se baseia no ensino de radiologia médica. O ensino de conceitos visuais em radiologia médica é aplicado em pessoas que já possuem um grande conhecimento básico-avançado da área médica, envolvendo por exemplo anatomia, teoria de doenças, geometria projetiva de radiografia, mas não possuem a perícia em radiologia (LESGOLD et al., 1989). Os estudantes são médicos formados em fase de residência. A aquisição da perícia pode ser considerada mais como treinamento do que ensino propriamente dito, pois os alunos iniciantes já possuem o conhecimento de princípios de radiologia, mas não conseguem construir uma representação mental dos problemas apresentados e usar seu conhecimento para resolver tais problemas (LESGOLD et al., 1989).

Os sistemas computadorizados para o ensino de radiologia apresentam para o aprendiz, os exemplos numa ordem fixa, estabelecida pelo autor do sistema durante sua construção, ou fazem uma ordenação destes exemplos, baseada na frequência com que um exemplar ocorre na realidade.

Sendo assim, encontrar e descrever medidas de relevância cognitiva para ordenar uma dada base de exemplos pode permitir que o modelo tutorial de um ITS modifique facilmente a ordem de apresentação das imagens. Estas medidas servem para quantificar o potencial que a imagem tem em exercitar o aprendiz em uma determinada capacidade que ele deve desenvolver para se tornar perito. Elas também tem o objetivo de medir e representar computacionalmente a carga cognitiva de imagens e tentar minimizar os

componentes subjetivos envolvidos na possível ordenação de imagens. Além disto, estas medidas visam a individualização do ensino, isto é, aplicar estratégias pedagógicas, de longo e curto prazo, que mais se adaptem ao aprendiz e permitir mudanças para corrigir falhas do aprendiz.

Outro grande objetivo desta pesquisa foi direcionado ao desenvolvimento de ferramentas que possibilitem a utilização dessas medidas pelo sistema RUI (**ver** Seção 1.3), de modo a que ele venha a ter no futuro a capacidade de sugerir ao aprendiz um próximo exemplo mais adequado, visando melhorar o nível de aprendizado e mantê-lo em um estado motivacional alto (DEL SOLDATO, DU BOULAY, 1995) e assim tentar reduzir o tempo de aprendizado.

1.2 SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES (ITS)

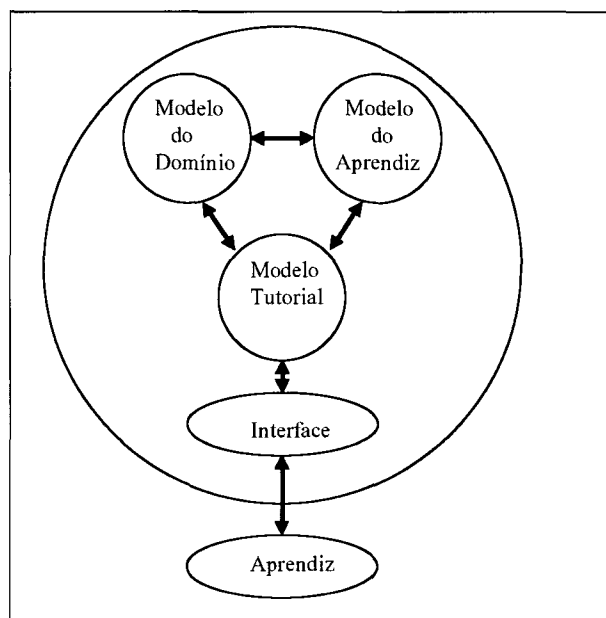
Os sistemas de ensino por computador, os chamados *Computer Aided Instruction* (CAI), estão sendo cada vez mais usados em muitas áreas do ensino. Sistemas desse tipo tem duas vantagens principais, a saber, a facilidade de construção, realizada normalmente através de ferramentas de autoria hipermídia como *Toolbook*, *Hypercard* e *LinkWay*¹, e a liberdade que o aprendiz tem em percorrer o conteúdo a ser ensinado (liberdade de navegação). Possuem, contudo, uma grande desvantagem: suas reações às ações do aprendiz são fixas, quando existem. Para que um sistema de ensino por computador consiga apresentar reações mais adequadas às ações do aprendiz ele deve ter uma certa “inteligência”. Ou seja, utilizar técnicas da Inteligência Artificial (IA) como inferência baseada em regras, heurísticas e outras. Tais sistemas são chamados de Sistemas Tutores Inteligentes (ITSs).

¹ O ToolBook é comercializado pela Assymetrix, inc. O HyperCard é comercializado pela Apple Computer. O LinkWay é comercializado pela IBM.

Um sistema tutor inteligente para o ensino ou treinamento em radiologia pode passar o conhecimento através de exemplos (imagens).

Segundo SEIDEL, PARK, PEREZ (1988) os sistemas tutores inteligentes têm alguns módulos importantes, mostrados na Figura 1: módulo do modelo do aprendiz, que contém o conhecimento sobre o aprendiz; módulo do domínio, que contém o conhecimento que está sendo ensinado; o módulo tutorial, que trata de como deve ser transmitido este conhecimento e o módulo de interface, responsável pelo contato direto com o aprendiz. Um sistema tutor inteligente que permite que as sessões de ensino sejam criadas ou editadas é chamado de ambiente de autoria. A linguagem usada nessa criação é chamada de linguagem de autoria (DIRENE, 1993).

FIGURA 1 - ARQUITETURA BÁSICA DE UM ITS



Entre os ITSs para o ensino de radiologia médica tem-se o *X-Ray Tutor* (SHARPLES, 1989) e o *MRI-Tutor* (DIRENE, 1993), este último desenvolvido usando o ambiente de autoria RUI (DIRENE, 1993), que será descrito na Seção 1.3. Em uma sessão de ensino desses ITSs, cada exemplo

é discutido com o aprendiz e a partir dele é feito um diagnóstico. Existe uma base de exemplos, composta por imagens para cada classe de anomalia. No estado atual, os sistemas são capazes de adaptar o diálogo para cobrir uma deficiência do aprendiz, mas não mudam a seqüência de exemplos apresentados.

1.3 O SISTEMA RUI

O sistema RUI (*Representations for Understanding Images*) é um ambiente para projeto de ITSs destinados ao ensino de conceitos visuais **ver** Capítulo 2. Basicamente é um ambiente onde um especialista no ensino de radiologia médica, auxiliado por um especialista em representação de conhecimento, consegue projetar um ITS e modificá-lo facilmente sem a necessidade de outras ferramentas mais básicas, como compiladores. O sistema RUI foi construído por DIRENE (1993) durante a realização do seu doutorado na Universidade de Sussex. Sua interface é mostrada na Figura 2. Ele foi implementado usando o ambiente Poplog (BARRETT, RAMSAY, SLOMAN, 1985), com a linguagem de programação Pop11 do próprio ambiente. O Ambiente Poplog é próprio para o desenvolvimento de protótipos em IA, tendo facilidades como um sistema de gerência de *frames* (MINSKY, 1975), RBFS (BARBER, MARSHALL, BOARDMAN, 1988), e bibliotecas para criação de interfaces gráficas padrão X-Window². O sistema RUI tem sido usado como ferramenta para experimentação de novos conceitos na área de ITS para ensino de conceitos visuais.

A idéia de construir um ambiente que permita o projeto e implementação de ITSs, chamado ambiente de autoria, vem da dificuldade encontrada no desenvolvimento de máquinas complexas como os ITSs. Essa

² X-Window é marca registrada do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*)

domínio e projeta(am) o ITS. O módulo de ensino é a parte responsável pelo ensino através do ITS projetado pelo especialista no domínio. Por possuir tanto o módulo de autoria como o de ensino, o sistema RUI é considerado como uma *Shell* de ensino onde, ao se substituir toda a base de conhecimento de um ITS pela de outro, a interface continua aparentemente a mesma, mas o conteúdo do conhecimento sofre alteração de interpretação.

1.3.1 Autoria de ITS Usando o Sistema RUI

No módulo de autoria do sistema RUI, tanto o conhecimento sobre o domínio como o conhecimento sobre como ensinar este domínio é dividido em dois níveis: o nível conceitual e o nível de produção. No nível conceitual, o autor descreve as classes de anomalia e todo o conhecimento relativo a elas, sem entrar nos detalhes referentes às imagens. Cada imagem é considerada como uma instância de uma classe de anomalia e é descrita no nível de produção.

No nível conceitual, toda a descrição de cada uma das classes de anomalia é feita através da ferramenta de especificação. Cada classe de anomalia é descrita através de uma hierarquia de componentes anatômicos que são relevantes para a anomalia e que aparecem nas imagens. Cada um desses componentes anatômicos é descrito por um conjunto de características próprias. Estas características são descritas usando os valores que aparecem em cada uma das imagens. Por exemplo, as imagens da classe de anomalia *cardiomegalia* têm como um de seus componentes anatômicos o coração e este possui como uma de suas características a fração cardio-torácica, a qual terá valores numéricos que variam de imagem para imagem. Esta hierarquia representa o conhecimento sobre o domínio. O conhecimento sobre como ensinar este domínio é descrito usando as regras de ensino (*teaching rules*). As regras de ensino são regras de produção que indicam como a interface de

ensino deve agir de acordo com os valores que cada imagem possui para as características de cada componente anatômico (RICH, 1994).

No nível de produção são descritas as imagens que o especialista deseja que façam parte da base de conhecimento do ITS. Cada uma das imagens é associada a uma classe de anomalia e é descrita em seu conteúdo, apenas pelos valores de cada uma das características dos componentes anatômicos desta classe. Esta descrição é feita usando a ferramenta de descrição de imagens *Image Description Tool* que possui um editor gráfico, o qual permite ao autor, além de fornecer valores para as características, fazer anotações sobre a própria imagem que será mostrada ao aprendiz.

1.3.2 O Ensino Usando o Sistema RUI

O sistema RUI possui um módulo de ensino. Este módulo é o responsável pela transmissão para o aprendiz do conhecimento colocado na base de conhecimento do ITS pelo especialista usando as ferramentas de autoria. O módulo de ensino possui as seguintes partes principais: interface de ensino, interpretador de regras de ensino e interpretador de linguagem natural.

A interface, mostrada na Figura 2, exibe a imagem a ser discutida e um campo que mostra o diálogo entre o sistema e o aprendiz. Durante a sessão de ensino o sistema interage com o aprendiz através de um diálogo. O sistema inicia com uma pergunta genérica sobre a imagem. Para cada resposta do aprendiz, o sistema analisa as regras de ensino da base de conhecimento através de uma máquina de inferência. Um comentário crítico é produzido sobre a resposta do aprendiz, corrigindo-a se necessário, seguido de uma nova pergunta, também orientada pelas regras de ensino.

Os diálogos são conduzidos em uma pseudolinguagem natural derivada do inglês. Isto é conseguido de duas maneiras. As perguntas ao aprendiz são formuladas com base em pedaços de texto que o próprio especialista colocou nas regras de ensino. A avaliação das respostas do

aprendiz é feita usando um interpretador de linguagem natural, baseado em casamento de padrões e reconhecimento de palavras-chave da frase. Os diálogos são conduzidos pelo sistema de forma a evitar que o aprendiz saia da linha estipulada pelo autor e também para evitar que o próprio sistema perca o contexto. Um exemplo de diálogo com um aprendiz é mostrado na Figura 3.

FIGURA 3 - TRECHO DE UM DIÁLOGO DO SISTEMA RUI

TUTOR: Give a diagnosis for this image.
STUDENT: The size of the left ventricle is enlarged. The aorta shows signs of calcification.
TUTOR: the size of the left ventricle appears to be markedly enlarged. the aorta as a whole is not calcified. Can you be more specific about which subpart(s) of the aorta is calcified?
STUDENT: the aortic arch is calcified.
TUTOR: The aortic arch appears to be slightly calcified. What can you say about the size of the heart?
STUDENT: The heart size is normal.
TUTOR: We have identified that the left ventricle is markedly enlarged so the heart is not expected to be normal either. Actually, the cardiothoracic ratio is 0.82 giving the heart size markedly enlarged. Which heart chambers are enlarged?

A interface de ensino, apesar de guiar o aprendiz durante o diálogo, dá total liberdade para que o aprendiz, ou um professor humano que acompanhe a sessão de ensino, faça a escolha da próxima imagem. Esta escolha é feita através da ferramenta *Image Database Browser* da interface de ensino, e é orientada pela classe de anomalia que se quer discutir.

1.4 O QUE É NECESSÁRIO

No sistema RUI, a escolha da próxima imagem é feita pelo aprendiz ou por um professor humano que orienta a sessão de ensino. Este tipo de tarefa guiada pelo aprendiz é mais característica de ambientes de exploração do que de ITSs, o que pode ser considerado uma carência do potencial tutor do sistema RUI.

Todavia, na grande maioria dos ITSs existentes esta escolha de imagens, quando é realizada pelo sistema, é baseada em uma ordem fixada pelo especialista. Isto também indica rigidez na atividade tutorial, quando o que se persegue é flexibilidade para replanejamento pedagógico de curto e longo prazo

Para que os ITSs executem, além de reações durante a discussão de um exemplo, uma escolha adequada do próximo exemplo, é necessário que seja representado em sua base de conhecimento, informações cognitivas a respeito desses exemplos. É necessário que um ITS consiga orientar melhor o aprendiz e principalmente adaptar melhor sua estratégia de ensino, escolhendo mais adequadamente os próximos exemplos, conseguindo assim manter a motivação do aprendiz em um nível alto e melhorar a eficiência do processo de ensino.

Este trabalho é dividido em seis capítulos. No Capítulo 2, apresenta-se uma revisão sobre o ensino de conceitos, particularmente sobre o ensino de conceitos visuais, tanto da maneira convencional como através de sistemas computacionais, passando por ambientes de autoria para ITS.

No Capítulo 3 apresenta-se uma descrição do que será chamado neste trabalho de medidas cognitivas. Faz-se uma apresentação da teoria dos estereótipos (RICH, 1989), que será usada na definição das medidas cognitivas. Apresenta-se uma representação do desenvolvimento do aprendizado que usa a teoria do *Pandemonium*, que é a *Curva U* do

aprendizado (SELFRIDGES, 1959) e descreve-se uma forma de adquirir o conhecimento dado pelas medidas cognitivas. Apresenta-se, também, um estudo de caso realizado para exemplificar a utilização das medidas cognitivas por um ITS para tomografia computadorizada de tumores cerebrais.

No Capítulo 4 descreve-se uma ferramenta para a utilização das medidas cognitivas por um ITS, chamada Sequence, apresentando seus níveis e respectivas interfaces. Apresenta-se, também, uma análise da integração desta ferramenta com o ambiente RUI.

No Capítulo 5 apresentam-se algumas considerações e avaliações sobre a utilização de medidas cognitivas por ITSs, tais como os modos de utilização das medidas cognitivas por um ITS, variações na interpretação cognitiva das imagens que podem existir de especialista para especialista e a utilização das medidas cognitivas no ensino de uma outra classe de domínio.

O Capítulo 6 é a conclusão do trabalho, onde apresentam-se as contribuições deste trabalho e algumas linhas de trabalhos futuros. Nos anexos apresentam-se as duas versões de formulários para aquisição das medidas cognitivas e as imagens e respectivos formulários preenchidos pelo especialista para o estudo de caso apresentado.

2 HISTÓRICO DO ENSINO DE CONCEITOS VISUAIS

O ensino de conceitos visuais é uma área antiga da educação. Reúne desde botânicos, que aprendem a classificar um vegetal olhando para sua folha, geólogos, até médicos radiologistas que usam sua visão bem treinada para dar um diagnóstico com base em uma imagem de tomografia computadorizada. Esta perícia não é ensinada em escolas ou universidades. Mesmo um radiologista recém-formado somente a adquire depois de alguns anos de trabalho.

Neste capítulo faz-se uma introdução aos principais tópicos relacionados com este trabalho. Na Seção 2.1 apresentam-se algumas definições básicas sobre conceitos, categorias e ensino de conceitos. O ensino de conceitos visuais será tratado na Seção 2.2. Na Seção 2.3 faz-se uma relação entre a dificuldade inerente a um conjunto de conceitos visuais e o que um aluno deve aprender durante sua formação. Finalmente na Seção 2.4 descrevem-se alguns ambientes de autoria.

2.1 ENSINO DE CONCEITOS

De acordo com HOWARD (1987), um conceito é definido como uma representação mental de uma categoria. Uma categoria pode ser definida como uma classe onde um objeto é nela classificado de acordo com alguma noção de semelhança (HOWARD, 1987). Por exemplo, a categoria das árvores engloba todos os objetos, reais ou imaginários, que podem ser classificados como uma árvore. Por outro lado, o conceito que uma pessoa possui de uma árvore é uma idéia. Ou seja, é apenas uma representação mental, que permite a essa pessoa classificar ou não um objeto como árvore. Neste trabalho a palavra exemplo será usada para referenciar os objetos que serão apresentados ao aprendiz durante a sessão de ensino e a palavra exemplar será usada para referenciar objetos que pertencem a uma categoria.

A utilização e o aprendizado de conceitos dependem muito da forma como estes são armazenados na mente. Para HOWARD (1987), a mesma informação pode ser representada em diferentes formatos. Para a representação de conceitos, existem três formas principais: a clássica, a prototípica e a exemplarista.

Um conceito é representado, na forma clássica, como sendo um conjunto de características que o definem de tal forma que um objeto tem que ter todas elas para poder ser classificado como uma instância desse conceito.

Na forma prototípica, ao contrário da clássica, uma categoria é representada por um exemplar altamente típico, ou uma idealização de um grupo de objetos, onde os exemplares de um grupo são classificados de acordo com a sua similaridade ao protótipo (TENNYSON e PARK, 1980; ROSCH e MERVIS, 1975). Maneiras de se calcular a tipicidade e a similaridade entre exemplares de um conceito são apresentadas por TVERSKY (1978). A representação prototípica tem uma grande vantagem, que é o fato da grande maioria dos conceitos derivarem da descrição de um exemplar altamente típico, ou seja, um protótipo.

Outra maneira de representar um conceito é através de exemplares. Um conceito é representada por um conjunto de instâncias da categoria, em vez de, pelas suas características.

O ensino de conceitos é definido por TENNYSON e PARK (1980) como sendo a identificação dos atributos de um conceito, de tal forma que o aprendiz possa generalizá-los para permitir a categorização de novos objetos e classificá-los como exemplares ou não desse conceito. Segundo MARKLE e TIEMANN (1969), para que um indivíduo aprenda um conceito ele deve ser capaz do seguinte: definir o conceito e as características que o compõem, classificar exemplares corretamente, relacionar este conceito com outros e usá-lo para resolver problemas.

A maneira tradicional de se ensinar conceitos é baseada na representação clássica, isto é, os conceitos são bem definidos e o aprendiz deve ser capaz de abstrair suas características. Segundo STONES (1979), o ensino de conceitos pode ser dividido em três tarefas que podem ser chamadas de análise, apresentação e avaliação. Na fase de análise acontece a definição do formato da sessão de ensino. São definidos: os objetivos, o que

será apresentado sobre o conceito, o conhecimento que o aprendiz deve ter no início da sessão, o conjunto de exemplares a ser apresentado e as formas de apresentação e avaliação.

A definição desse conjunto de exemplares é fundamental para que o ensino seja eficiente. Segundo TENNYSON e PARK (1980), este conjunto de exemplares deve ser projetado considerando-se a relação entre exemplos, a relação entre exemplares e não-exemplares, a ordem dos exemplos, o número apropriado e a relação entre conceitos próximos. Os estudos de HOUTZ, MOORE e DAVIS (1973) indicam que a relação mais adequada para o ensino de conceitos é a de que os exemplos devem ser apresentados do mais fácil para o mais difícil, devem ter diferentes valores para atributos de um exemplo para o outro e devem ser apresentados em pares de exemplar e não-exemplar com valores semelhantes para os atributos. Na seleção do número adequado de exemplos, CLARK (1971) concluiu que o número mais apropriado de exemplos, para o ensino de conceitos, a serem apresentados de uma só vez é por volta de quatro. MARKLE e TIEMANN (1969) sugerem que este número deva ser calculado em função do número de atributos críticos de um conceito. Entretanto, KLAUSMEIER e FELDMAN (1975) sugerem que este número não é absoluto e depende tanto do conceito como do aprendiz. Com relação à ordem dos exemplos, além da dificuldade, deve ser considerada, também, a reação do aprendiz. ROTHEN e TENNYSON (1978) desenvolveram uma *estratégia adaptativa*, baseada em computador, que, de acordo com a resposta do aprendiz, indica qual característica do conceito deva ser apresentada antes.

Segundo HOWARD (1987), as maneiras de apresentação podem ser resumidas em duas básicas: o método expositório e o método do descobrimento. No primeiro é apresentado a definição completa do conceito e em seguida casos específicos. No método do descobrimento, primeiramente são apresentados casos específicos e então os estudantes tentam inferir a

descrição do conceito. A avaliação, por sua vez, é muito dependente dos objetivos a serem alcançados pela sessão de ensino.

Na área do ensino de conceitos, o objetivo tem sido explicar como se dá o ensino de conceitos, sem se preocupar com a aplicação dos resultados em sistemas computadorizados de ensino. Além da *estratégia adaptativa* implementada por ROTHEN e TENNYSON (1978), citada acima, BUSSMANN (1991) implementa um categorizador automático explorando o conceito de protótipo (ROSCH e MERVIS, 1975). Ele usa uma medida de similaridade ligeiramente diferente da apresentada por TVERSKY (1978) e utiliza uma organização hierárquica, baseada na tendência central, dos exemplares de um conceito em torno dos protótipos deste.

2.2 ENSINO DE CONCEITOS VISUAIS

Segundo SHARPLES (1991), um conceito visual é uma construção mental, com nome, associada a um conjunto de imagens visuais. São exemplos de conceitos visuais: transparente, um padrão têxtil e galáxia espiral. Um conceito nem sempre tem os seus limites bem definidos, o que é chamado por HOWARD (1987) de *fuzzy boundary*, ou fronteira nebulosa. Por exemplo, uma imagem pode ser um exemplar muito ou pouco típico de um conceito. Quando se têm dois conceitos relacionados, um exemplar pode estar no limite entre estes dois conceitos, sendo então um exemplar pouco típico de ambos os conceitos. Por exemplo, na radiologia médica, para os conceitos relacionados de coração grande e coração normal, uma imagem de um coração medianamente aumentado, pode ser considerado tanto um exemplar pouco típico de coração grande como um exemplar pouco típico de coração normal.

O ensino de conceitos visuais consiste basicamente em desenvolver no aprendiz a capacidade de classificar imagens, identificar características e descrever anormalidades. Esta capacidade é uma parte importante do treinamento de profissionais como radiologistas, geólogos e botânicos. A diferença básica entre o ensino de conceitos e o de conceitos visuais é que no caso dos conceitos visuais o aprendiz já conhece muito bem a definição dos conceitos e só precisa adquirir prática na classificação das imagens. É o que se chama de perícia. Este trabalho restringe-se ao ensino de conceitos visuais para radiologia médica.

Na área de ensino de conceitos visuais para radiologia, LESGOLD (1984) realizou diversos estudos sobre as diferenças entre iniciantes e peritos e sobre o processo de aquisição de perícia. LESGOLD (1984) fez um apanhado da diferença entre especialistas e não-especialistas em algumas áreas, como xadrez, leitura dinâmica, resolução de problemas e diagnóstico usando imagens radiológicas. Nesse trabalho foram descritas quais as capacidades que os especialistas possuem a mais que os não-especialistas, e que estas capacidades são adquiridas através do treinamento e prática. Por exemplo, um radiologista com alguns anos de trabalho em um hospital é capaz de, com uma rápida observação, separar as características relevantes ao diagnóstico e criar uma representação mental do problema que será comparada com uma quantidade muito grande de casos por ele já observados para dar o diagnóstico. Também ficou evidenciado que a grande vantagem do especialista é a capacidade de colocar as características observadas na imagem em conjunto com a situação médica do paciente, para fazer o diagnóstico. Esta capacidade deve ser aperfeiçoada através da variação apropriada dos casos apresentados ao residente.

LESGOLD et al. (1989) descreve as experiências feitas com radiologistas peritos e residentes para descobrir quais são as diferenças nos processos mentais de ambos durante o diagnóstico. Eles observaram que o

processo de aquisição da perícia em radiologia não ocorre linearmente. Em casos um pouco mais complicados, freqüentemente os residentes iniciantes chegam mais perto do diagnóstico correto que os residentes intermediários. Como ele explica este fato? Pelo fato que os residentes iniciantes possuem esquemas mais simples para os problemas enquanto que os especialistas possuem esquemas bem mais complexos. Os residentes avançados ainda possuem os esquemas antigos mas estão adquirindo os novos e ainda não tiveram tempo de mapear corretamente os esquemas novos sobre os antigos e mais simples. Isto nos leva à teoria da *Curva U* do aprendizado e *Pandemonium* de SELFRIDGES (1959).

2.2.1 Sistemas Computadorizados Para o Ensino de Conceitos Visuais

A grande utilização de sistemas computadorizados para o ensino de conceitos visuais se dá na área da radiologia médica. Isto se deve ao fato de os radiologistas deverem ter perícia em observar uma imagem e dar um diagnóstico, levando um tempo relativamente curto para tal. Para o ensino de conceitos visuais foram desenvolvidos alguns sistemas, que se diferenciam por suas características de “inteligência” e interatividade.

O *Radiology Tutor*, desenvolvido por SHARPLES e DU BOULAY (1988) (SHARPLES, 1989), é um sistema para o ensino de radiologia médica. Foi o primeiro sistema, para tal fim, que usa técnicas de IA. Ele foi construído para desenvolver a perícia no diagnóstico baseado em radiografias médicas. O ensino no *Radiology Tutor* é feito de maneira análoga a uma aula de radiologia, ou, uma sessão de discussão de casos, onde o professor mostra um caso a seus alunos e eles apresentam e discutem o diagnóstico. No sistema isto é feito na proporção de um aluno e um professor, o próprio sistema. A interface entre o aluno e o sistema é feita através de diálogos em linguagem natural, um subconjunto do inglês. O sistema apresenta uma radiografia ao aluno em uma janela gráfica e inicia o diálogo com uma

pergunta sobre a imagem. O sistema faz um comentário sobre a resposta do aluno e faz uma nova pergunta de acordo com a resposta. As informações sobre radiologia e táticas de tutoria são dadas por um especialista no ensino de radiologia e são colocadas no sistema no momento da construção. A grande vantagem desse sistema é que o sistema, além de corrigir os erros do aluno, pode conduzir o diálogo de acordo com táticas de tutoria predefinidas.

O sistema RUI, descrito na Seção 1.3, é um grande avanço sobre o *Radiology Tutor*. O RUI apresenta um modo de ensinar semelhante ao *Radiology Tutor*, apresentando um caso ao aluno e fazendo perguntas sobre a imagem. Em ambos os sistemas a escolha da imagem a ser discutida é feita ou pelo aluno ou por um professor humano. A grande vantagem do RUI é que ele é um ambiente de autoria e não apenas um sistema tutor.

Ainda no ensino de diagnóstico de radiologia médica tem-se o ICON e o IMAGE/ICON (SWETT, 1992). Estes sistemas foram desenvolvidos para o treinamento de radiologistas. Eles também utilizam técnicas de IA, apesar de não interagirem com o aprendiz. Estes sistemas também fazem o ensino através da discussão de casos, onde o sistema mostra um caso e depois dá o diagnóstico, permitindo que o aluno faça o seu próprio diagnóstico e confira a resposta. Técnicas de IA são usadas para inferir o diagnóstico sobre uma imagem. O sistema permite que o aluno escolha a imagem, mas também pode ajudar na escolha fazendo uma busca baseado em características do caso.

Numa área relacionada, KANAL e PERLIN (1992) apresentam um sistema para o ensino de ressonância magnética, na parte de operação e ajuste de aparelhos e imagens. O sistema é basicamente um ambiente que permite alguma simulação com a visualização de efeitos de fenômenos da física de ressonância magnética, onde o aluno observa a imagem e ajusta os controles como se estivesse operando o aparelho, vendo o que acontece com a imagem na tela do ambiente.

2.3 MEDIDAS COGNITIVAS

Todos os trabalhos até aqui baseiam a ordem de apresentação dos exemplos na tipicidade, que é uma medida fortemente dependente da frequência. Esta medida não leva em consideração aspectos cognitivos das imagens, como, por exemplo, a capacidade que esta imagem tem em exercitar o aprendiz em uma ou mais características específicas que ele deva adquirir para se tornar perito.

Sharples e du Boulay (SHARPLES, 1991); (SHARPLES e DU BOULAY, 1988) descrevem a representação do conhecimento, imagens e dados clínicos relacionados a elas por meio de um espaço de atributos computacionalmente representado sob a forma de *frames* (MINSKY, 1975). Eles tratam, também, de como usar as imagens durante o ensino ou treinamento. Qual imagem é a mais indicada para ser mostrada ao aprendiz em um determinado instante? Eles adotam uma medida única, que é a tipicidade da imagem. Ou seja, a ordem de apresentação dos exemplos vai das imagens mais típicas para as menos típicas. A tipicidade de uma imagem é conseguida através da média aritmética das medidas de confiabilidade de cada característica relevante da imagem. A confiabilidade de cada característica é dada pela divisão do número de vezes que a característica aparece em imagens pelo número de imagens da patologia. Esta medida, além de ser a única considerada na ordenação, é fortemente baseada na frequência de ocorrência das características relevantes.

CURY (1996), em recente trabalho, em conjunto com a Escola Paulista de Medicina da UFSP, usou os conceitos descritos por LESGOLD et alli (1989) para descrever as principais características que um perito em radiologia deva ter. Além disso, ele sugere como essas características são adquiridas pelo aprendiz através do tempo de estudo, segundo as teorias do *Pandemonium* e *Curva U*, propondo o desenvolvimento de ferramentas para

identificar o estado atual do aprendiz e tentar diminuir os efeitos do *Pandemonium* e diminuir, assim, o tempo de aprendizado. Mas o foco central dessas ferramentas é o diálogo gerado pelo sistema para cada imagem. Nada foi feito em relação à ordem das imagens a serem apresentadas ao aprendiz. A grande importância do trabalho de Cury é a descrição das características de um perito em radiologia, usando a teoria dos estereótipos (RICH, 1989). A maneira como essas características são adquiridas durante o aprendizado é variável. As características mais básicas são adquiridas no começo, enquanto que as mais complexas, no final. Cury utiliza essas características para a avaliação do desempenho do aluno durante o curso. Esta maneira de avaliação, por características, permite uma escolha mais qualitativa do próximo exemplo a ser apresentado e sugere uma estratégia de ensino mais aperfeiçoada.

2.4 SISTEMAS DE AUTORIA

Neste trabalho abordam-se os ambientes de autoria para ITSs. Por ambiente de Autoria considera-se o conjunto formado pelas ferramentas de autoria e a interface (*shell*) de ensino. As arquiteturas dos ambientes de autoria em geral são semelhantes tanto em ambientes inteligentes como nos não inteligentes, tais como ambientes de exploração e micromundos. A arquitetura de um ambiente de autoria é dividida em duas partes principais: modo de autoria e modo de ensino. O modo de ensino, composto pela *shell* de ensino, é a parte do ambiente que interage com o aprendiz para a comunicação do conhecimento. O modo de ensino é um ITS, o qual executa as mesmas funções de um ITS tradicional e tem as mesmas responsabilidades. Como exemplo desta relação, pode-se citar o *Radiology Tutor* (SHARPLES e DU BOULAY, 1988), descrito na Seção 2.2, e o RUI (DIRENE, 1993), descrito

na Seção 1.3. A interface de ensino do RUI é bastante semelhante ao *Radiology Tutor*. O modo de autoria é a parte do sistema que permite ao autor do ITS expandir ou alterar o conhecimento do sistema, ou seja, a edição do conhecimento que será transmitido ao aprendiz.

Os ambientes de autoria são uma importante família na área do ensino baseado em computador. A grande diferença em relação aos sistemas tradicionais de ensino por computador é que nestes o conhecimento sobre o domínio e estratégias de ensino são colocados de maneira definitiva no sistema, sendo necessária uma reconstrução do sistema para alterar o conhecimento. Por outro lado, num ambiente de autoria, esse conhecimento é colocado de maneira a permitir que seja alterado, retirado, trocado ou incrementado à vontade pelo autor. Isto constitui a autoria, sem a necessidade de reconstrução do sistema, mas usando ferramentas do sistema, as chamadas ferramentas de autoria, próprias para facilitar esta tarefa.

Segundo CURY (1996), do ponto de vista da utilização da Inteligência Artificial, tem-se uma grande divisão na classificação dos ambientes de autoria. Os ambientes que geram ITS, mas sem qualquer "inteligência" para ajudar no processo de autoria, e os ambientes que usam inteligência na própria autoria. O primeiro grupo é o mais importante e mais numeroso. Nele estão os principais ambientes de autoria de ITSs como, por exemplo, o *Courseware Development Templates* (O'SHEA et al., 1984), o COCA (MAJOR e REICHGELT, 1991), o DACTN (MURRAY e WOOLF, 1992) e o sistema RUI (DIRENE, 1993), que serve de base para este trabalho.

Os ambientes que dão assistência inteligente para o processo de autoria são poucos e na sua maioria, protótipos (CURY, 1996). Um dos mais representativos é o SCALD (NICOLSON, 1988) que implementa a assistência

à autoria através de um módulo interno do sistema denominado *CAL-design analyst*, que interage com o autor para apoiar a autoria.

RESUMO

Neste capítulo viu-se que, tanto no ensino de conceitos genéricos quanto no ensino de conceitos visuais, quando conduzidos fora de um ambiente computadorizado, os especialistas tendem a mostrar concordância em apresentar os exemplos sobre os conceitos de maneira progressiva, do fácil para o difícil. No ensino baseado em computador procurou-se orientar esta ordem através de medidas numéricas de tipicidade dos exemplos. A tipicidade é uma medida fortemente baseada na frequência com que o exemplo aparece em uma categoria. Apesar disto, não se procurou obter uma classificação dos exemplos com base na experiência de um professor, o que é feito por tutores humanos. Os trabalhos de Lesgold descrevem como se dá a aquisição de perícia em vários domínios, principalmente no campo da radiologia médica. Esta aquisição pode ser dividida em várias habilidades que o aprendiz desenvolve durante o aprendizado, como propõe Cury. Os ambientes de autoria de ITSs trazem uma grande vantagem sobre os ITSs convencionais, que é a capacidade da edição do conhecimento mais diretamente pelo especialista no ensino desse conhecimento.

3 MEDIDAS COGNITIVAS

Neste capítulo apresenta-se uma descrição do que será chamado neste trabalho de medidas cognitivas. As medidas cognitivas são uma forma de se conseguir obter algum metaconhecimento sobre os exemplos de uma base de conhecimento de um ITS. Elas também são os principais elos entre modelo do domínio de um ITS e seu modelo de aprendiz.

Em uma sessão de ensino tradicional, após terminar a discussão em cima de um exemplo apresentado, o professor simplesmente escolhe outro exemplo e continua a sessão. O professor escolhe o próximo exemplo a ser apresentados aos aprendizes usando a sua experiência. Esta escolha ainda não está formalizada, pois os próprios professores não sabem dizer exatamente quais os critérios usados para tal.

Normalmente, eles classificam os exemplos através de uma grandeza chamada *dificuldade*. A *dificuldade* de um exemplo é uma quantificação muito subjetiva, pois depende de várias características da imagem, tanto do ângulo do aprendiz como do professor. Depende, por exemplo, do conhecimento anterior do aprendiz, do contexto social no qual o aprendiz está inserido e das estratégias e táticas de ensino aplicadas pelo professor. Uma outra maneira que os professores humanos utilizam para escolher o próximo exemplo é baseada em determinadas características que este exemplo contenha.

No ensino de radiologia médica, uma determinada radiografia do tórax mostra uma imagem na qual a disposição dos órgãos é muito interessante para ajudar os aprendizes a aprenderem a reconhecer uma calcificação na aorta. Esta capacidade de escolher qual o exemplo mais adequado a ser apresentado em um determinado instante da sessão de ensino só é adquirida por um professor humano através de muitos anos de

experiência. A cada vez que o professor leciona esta disciplina ele analisa a reação dos aprendizes e vai descobrindo aos poucos qual exemplo é o mais adequado para um determinado momento do curso. Como a escolha do próximo exemplo não é um processo formal, mas dependente da experiência do professor, os sistemas de ensino por computador se utilizam de simplificações para conseguí-la. Conforme visto no Capítulo 2, são poucos os sistemas tutoriais que usam uma ordem, mesmo que fixa e preestabelecida de exemplos ou medidas de ordenação como tipicidade e similaridade (TVERSKY, 1978), todas fortemente baseadas na frequência com que um exemplar aparece na realidade.

Neste trabalho apresenta-se algumas medidas para ordenar a base de imagens radiológicas de um ITS para conceitos visuais, desenvolvido usando o ambiente de autoria RUI e simulando a experiência do professor. O objetivo é possibilitar uma boa escolha da próxima imagem a ser trabalhada com o aprendiz, a fim de minimizar o tempo de aprendizado e possibilitar a utilização de diversas estratégias pedagógicas.

Na Seção 3.1 apresenta-se a teoria dos estereótipos (RICH, 1989) que será usada na definição das medidas cognitivas. Na Seção 3.2 apresenta-se uma representação do desenvolvimento do aprendizado que usa a teoria do *Pandemonium*, que é a *Curva U* do aprendizado (SELFRIDGES, 1959). Na Seção 3.3 descreve-se uma forma de adquirir o conhecimento dado pelas medidas cognitivas. Na Seção 3.4 descreve-se a representação do conhecimento dado pelas medidas cognitivas. Finalmente, na Seção 3.5 apresenta-se um estudo de caso realizado para exemplificar a utilização das medidas cognitivas por um ITS para tomografia computadorizada de tumores cerebrais.

3.1 FATORES COGNITIVOS E APRENDIZES

Em seu trabalho, CURY (1996) utiliza *estereótipos* para modelar o estado mental do aprendiz, durante a sessão de ensino. Esta forma de utilização de estereótipos foi estendida com grande repercussão por RICH (1983) no sistema Grundy. Os estereótipos são basicamente uma forma de categorização dos aprendizes. Os aprendizes são classificados de acordo com determinadas características que possuem. Por exemplo, um usuário de informática que tenha muita habilidade em programar na linguagem C, mas que tenha um conhecimento limitado sobre projeto de *software*, tem o estereótipo de um programador em linguagem C, enquanto que outro, possuidor de uma habilidade mediana na programação e conhecedor profundo de projeto de *software*, tem o estereótipo de um analista de sistemas.

A noção de estereótipo é bastante semelhante à de conceito. Como visto na Seção 2.1 um conceito é definido por um conjunto de características e seus valores, os quais permitem dizer se um objeto é ou não um exemplar desse conceito. Analogamente, pode-se dizer que o conjunto de características de um estereótipo permite dizer se um usuário pertence ou não ao conjunto de pessoas que tem esse estereótipo. Esse tipo de representação permite tirar algumas conclusões sobre o aprendiz. Segundo RICH (1983), na maioria das situações é possível observar poucos ou apenas um fato sobre uma pessoa e, a partir disso, inferir, com um alto grau de certeza, um conjunto adicional de fatos sobre esta pessoa. Isto se deve ao fato que os traços humanos, muito freqüentemente, ocorrem em grupos.

Um estereótipo, como definido por RICH (1983), é um conjunto de duplas, cada qual formada por uma característica e um valor correspondente. Sua estrutura se assemelha muito às utilizadas para armazenar conhecimento baseadas em *frames* (MINSKY, 1975). Para tornar mais fácil a categorização de um usuário, em vez de se usar apenas um valor para cada característica, é

usada uma faixa de valores para definir o estereótipo. Assim a definição de um estereótipo fica como uma tabela onde cada característica tem um valor inicial e um valor final, como ilustrado na Tabela 1.

TABELA 1 - EXEMPLO DE DEFINIÇÃO DE ESTEREÓTIPO

Estereótipo: Residente 3		
Característica	Valor Inicial	Valor Final
Visão Tridimensional	70	90
Diagnóstico Diferencial	40	60
Sinônimos Técnicos	50	75

A modelagem do usuário é feita da seguinte forma. O sistema, através das reações detectáveis por ele, atribui valores a cada uma das características do usuário, formando uma tabela como ilustrado na Tabela 2. Na Tabela 1 tem-se um exemplo da definição de um possível estereótipo para Residente 3 em radiologia médica. Na Tabela 2 tem-se o resultado da modelagem do estado de um aprendiz num dado instante. O que vai indicar se o aprendiz pertence ao grupo dos Residentes 3 é o fato de os valores de suas características estarem dentro das faixas definidas para cada característica.

TABELA 2 - ESTEREÓTIPO DE UM RESIDENTE DE RADIOLOGIA

Residente: Jorge Alfredo	
Característica	Valor
Visão Tridimensional	74
Diagnóstico Diferencial	45
Sinônimos Técnicos	47

Em CURY (1996) são apresentados modelos para as diversas fases da residência em radiologia médica. Os residentes de medicina são médicos formados que procuram ganhar experiência por meio de prática clínica. A residência em radiologia médica dura três anos em média e os residentes são classificados em Residente 1 (R1) até Residente 4 (R4), conforme o período em que se encontram no curso. Uma classificação de residentes começaria com estes quatro estereótipos, mas esta hierarquia pode ser completada com subclassificações, como por exemplo, R1 no começo do semestre a R1 no final do semestre, o que dá mais granularidade à classificação.

3.2 FATORES COGNITIVOS E A CURVA U DO APRENDIZADO

Uma descrição das características do estereótipo de um médico radiologista perito foi realizada por CURY (1996), em conjunto com a Escola Paulista de Medicina da UFSP. Ele descreveu algumas características fundamentais para a aquisição da perícia em radiologia médica, mostradas na Tabela 3. As mais significativas são capacidade de visão tridimensional, capacidade de diagnóstico diferencial e vocabulário técnico.

A capacidade de visão tridimensional é definida como sendo a habilidade do aprendiz em inferir uma terceira dimensão a partir de uma imagem bidimensional. Isto é, com base em seus conhecimentos de anatomia, o aprendiz constrói um modelo mental tridimensional da região do corpo observada, modelando inclusive os órgãos que estão escondidos por outros órgãos na imagem. Capacidade de diagnóstico diferencial é a habilidade do aprendiz em procurar detalhes importantes na imagem para diagnosticá-la como uma imagem de uma doença em vez de outra. O vocabulário técnico é a capacidade que o aprendiz tem em usar termos técnicos mais específicos e precisos para o diagnóstico em vez de usar termos mais genéricos.

TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS DO ESTEREÓTIPO DE UM RADIOLOGISTA PERITO

CARACTERÍSTICAS	
geral	capacidade de abstração do problema ativação automática de esquema mental raciocínio estruturado raciocínio hipotético-dedutivo flexibilidade para ajustar/mudar esquema mental vocabulário técnico
independente do domínio	capacidade de visão tridimensional olho treinado memória de reconhecimento visual consistência de conhecimento simbólico capacidade de avaliar técnica utilizada
específica do domínio	capacidade de análise músculo-esquelética capacidade de avaliar lesão capacidade de diagnóstico diferencial

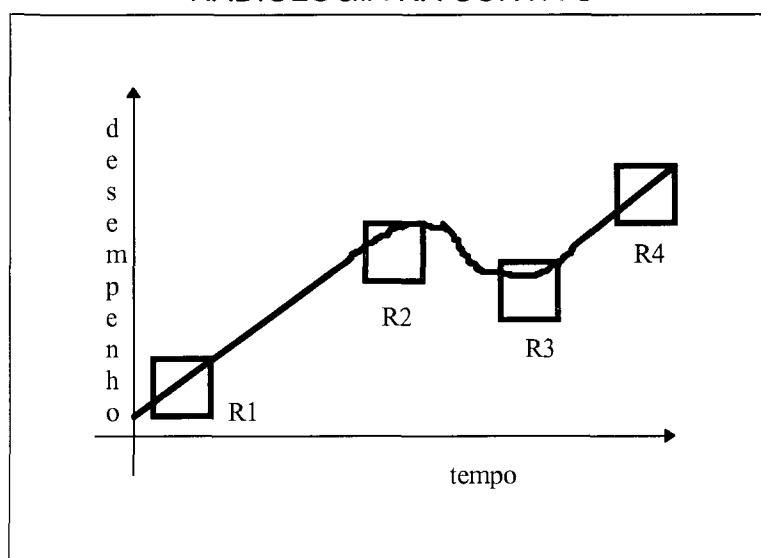
FONTE: CURY (1996)

Em seu trabalho, CURY (1996) estende a representação da modelagem de aprendizes usando estereótipos. Ele associa à cada característica uma estratégia tutorial. Isto permite que a reação do sistema seja mais específica. Em vez de tratar as deficiências do aprendiz como uma coisa única, elas são tratadas separadamente, dando maior especificidade às ações do sistema com relação ao aprendiz.

Para CURY (1996), os estereótipos dos aprendizes estão localizados sobre a *Curva U* do aprendizado, segundo a ilustração da Figura 4. Esta curva relaciona o aprendizado e o tempo por meio do desempenho na solução de problemas. Segundo Lesgold et al. a aquisição de perícia em radiologia médica não acontece totalmente de maneira linear (LESGOLD et al., 1989).

Nos dois primeiros semestres, para residentes 1 e 2, pode-se considerar que o crescimento da capacidade de diagnóstico dos residentes é constante. Então ocorre uma redução considerável nesse crescimento. Esse fato foi constatado por Lesgold et al. através da observação de diagnósticos feitos por residentes, onde freqüentemente os R1 e R2 chegavam mais próximos do diagnóstico correto que os R3 e R4. Isto é explicado por Lesgold et al. usando a teoria do *Pandemonium* (SELFRIDGES, 1959). Esta redução do crescimento do aprendizado é indicada no gráfico aprendizado/tempo pelo abaixamento em formato de u da curva.

FIGURA 4 - A DISTRIBUIÇÃO DOS ESTEREÓTIPOS RESIDENTES DE RADIOLOGIA NA CURVA U

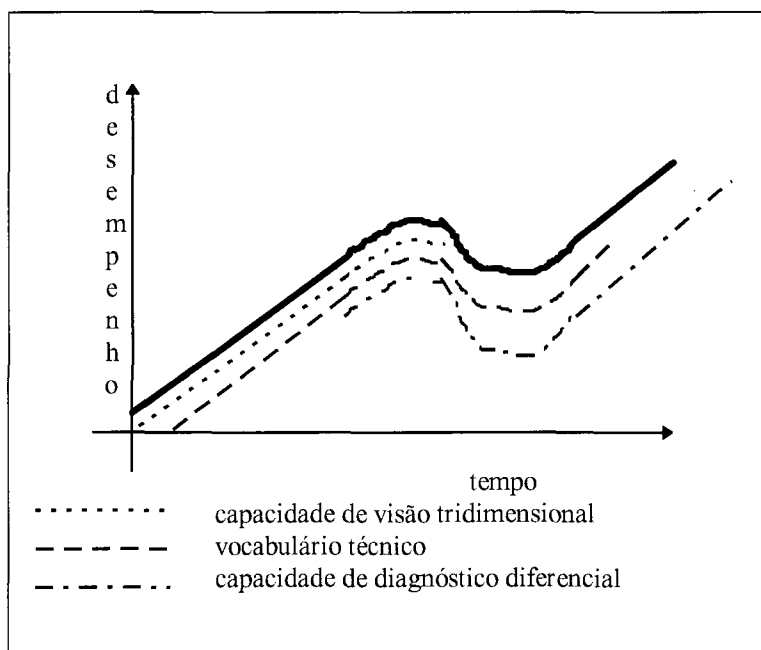


FONTE: CURY (1996)

A distribuição da aquisição das características cognitivas por parte de um humano, no tempo, não é uniforme. Determinadas características são desenvolvidas no começo do aprendizado, outras, no final do aprendizado, e outras durante todo o período. A Figura 5 mostra um esquema provável da distribuição da aquisição de características, mapeado sobre a *Curva U*. Neste esquema tem-se que a característica capacidade de visão tridimensional é adquirida durante o início do aprendizado (R1 e R2), a característica

vocabulário técnico é adquirida constantemente durante quase todo o período de aprendizado e a característica diagnóstica diferencial só começa a ser adquirida próximo a metade do período.

FIGURA 5 - AQUISIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE UM RADIOLOGISTA
PROJETADA SOBRE A CURVA U



3.3 MEDIDAS COGNITIVAS: DEFINIÇÃO

Para conseguir uma medida que quantifique cognitivamente um exemplo ou uma imagem, no caso do ensino de conceitos visuais, a ser mostrado para um aprendiz, precisa-se analisar como este exemplo irá contribuir para a evolução do aprendizado. Uma das medidas cognitivas mais freqüentemente usadas é a da dificuldade. Ela é utilizada por professores humanos para decidir qual a ordem da apresentação dos exemplos em um determinado tópico. A grande dificuldade para a utilização computacional desta medida é que ela depende muito, não só do ambiente onde esta inserido o aprendiz, mas principalmente da experiência prévia do professor, além de

outros aspectos subjetivos como reações dos aprendizes e estado emocional dos envolvidos no processo de ensino.

Outra medida interessante é a *carga cognitiva* de um exemplo. Ela pode ser definida como a capacidade que um exemplo tem em exercitar o aprendiz. A carga cognitiva do exemplo pode ser dividida em alguns componentes. Cada um desses componentes irá medir um tipo de contribuição ao aprendizado. Por exemplo, uma medida de capacidade de visão tridimensional irá indicar o quanto uma imagem radiológica exige que o aprendiz consiga inferir uma terceira dimensão a partir de uma imagem bidimensional.

No caso do ensino de conceitos visuais para radiologia médica existem algumas medidas já bastante usadas, que são, segundo CURY (1996), a frequência, a saliência e a confiabilidade. A frequência é uma medida que apesar de ser considerada por este trabalho como um parâmetro cognitivo, pode ser conseguida por uma análise estatística dos casos. A frequência é dada pela quantidade de ocorrências de imagens semelhantes ao exemplo no conjunto das imagens da classe de anomalia à qual o exemplo pertence. Intrinsecamente, a frequência nos diz que um exemplo é mais exigente que outro pelo fato desse exemplo ser mais comum ou não. Um exemplo muito comum é tido como típico e por isso o residente já deveria tê-lo visto antes.

A saliência mede o valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes, ou seja, se uma lesão está muito visível isto quer dizer que ela está saliente. Não é difícil perceber que uma imagem com uma saliência muito grande exige bem menos do aprendiz que uma pouco saliente.

A confiabilidade nos diz o quanto o exemplo tem características próximas de outros exemplos de outras classes de anomalia, o que indica o

quanto é fácil dar um diagnóstico para este exemplo, ou seja, a diagnosticabilidade da imagem.

As medidas citadas acima são próprias para o ensino de conceitos visuais em geral, podendo ser usadas tanto em radiologia médica como em geologia. Uma imagem apresentada ao aprendiz contribui também, de alguma forma, para a aquisição das características do estereótipo de um radiologista perito. Cada imagem tem peculiaridades que contribuem mais para a aquisição de determinadas características do estereótipo que outras. Isto permite definir medidas próprias da radiologia médica. Estas medidas são definidas a partir do estereótipo de um radiologista perito e elas são usadas justamente para quantificar a exigência desta imagem em cada uma das características desse estereótipo.

Pode-se medir a exigência da imagem para cada uma das características do estereótipo de um radiologista perito citadas na Tabela 3. Neste trabalho analisam-se as três características definidas na Seção 3.2, a saber, capacidade de visão tridimensional, capacidade de diagnóstico diferencial e vocabulário técnico. Elas foram escolhidas porque cada uma delas representa um tipo diferente de componente do diagnóstico. A capacidade de visão tridimensional representa o componente visual, a capacidade de diagnóstico diferencial representa o componente da análise dos esquemas mentais de problemas já resolvidos e vocabulário técnico representa o componente da expressão verbal.

A medida visão tridimensional, referente à característica capacidade de visão tridimensional, é definida como o quanto a imagem como um todo exige do aprendiz a habilidade em inferir uma terceira dimensão a partir de uma imagem bidimensional. A medida diagnóstico diferencial, referente à característica capacidade de diagnóstico diferencial, quantifica a imagem pela exigência da habilidade do aprendiz em procurar detalhes importantes na imagem para diagnosticá-la como uma imagem de uma doença em vez de

outras semelhantes. A medida sinônimos técnicos, referente à característica vocabulário técnico, mede o quanto a imagem exige da capacidade que o aprendiz tem em usar termos técnicos mais específicos e precisos para o diagnóstico, em vez de usar termos mais genéricos. Portanto, as medidas que serão utilizadas neste trabalho, como sendo os componentes da carga cognitiva, são: frequência, saliência, confiabilidade, visão tridimensional, diagnóstico diferencial e sinônimos técnicos.

As medidas frequência, saliência, confiabilidade, visão tridimensional, diagnóstico diferencial e sinônimos técnicos são referentes à cada imagem como um todo. As imagens radiológicas possuem partes que também são usadas separadamente no ensino de radiologia. Por exemplo, uma imagem que apresente a borda da lesão muito destacada é usada no ensino do reconhecimento do contorno de lesões. Os principais elementos de uma imagem são os seguintes: borda, formato, padrão interno, efeito expansivo, necrose e localização. Estas partes também podem ser associadas a medidas cognitivas, por exemplo, no caso de uma imagem que apresente a borda da lesão muito destacada, pode-se dizer que a saliência da borda é alta. No estudo de caso serão medidas as partes da imagem apenas com as medidas frequência, saliência e confiabilidade.

3.4 MEDIDAS COGNITIVAS: REPRESENTAÇÃO

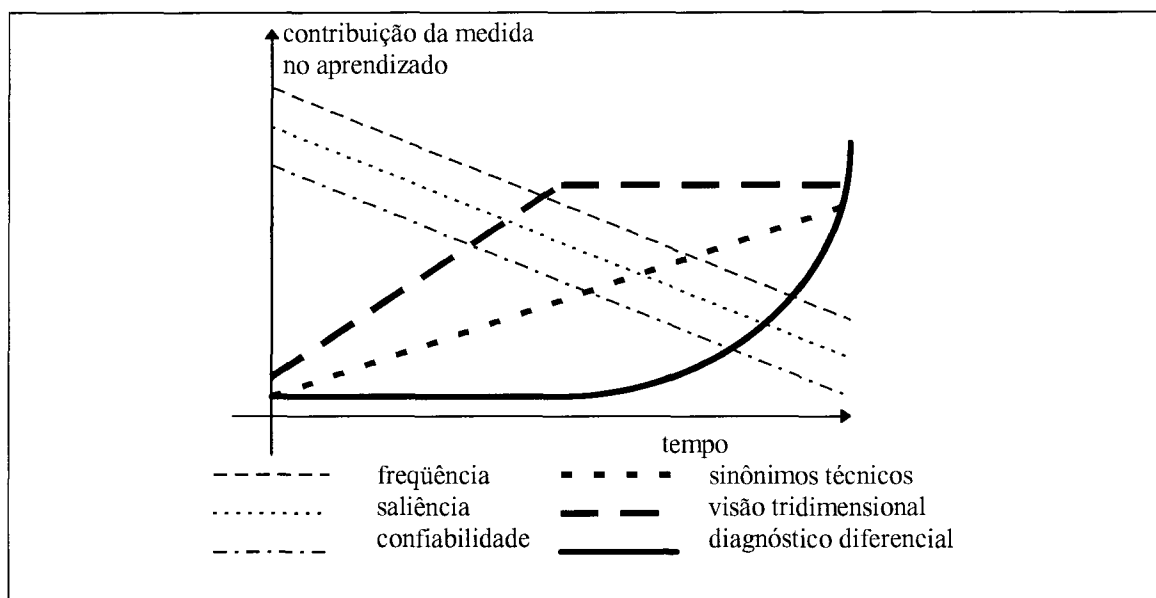
As medidas cognitivas irão representar o conhecimento de um especialista no ensino de radiologia sobre o potencial que os exemplos tem em exercitar o aprendiz. As medidas definidas na seção anterior estão divididas basicamente em dois grupos: medidas que indicam a facilidade e medidas e indicam a dificuldade. No primeiro grupo estão frequência, saliência e confiabilidade. Diz-se que estas medidas indicam facilidade por que quanto

maior o valor de cada uma destas, menor será a carga cognitiva da imagem. No segundo grupo estão visão tridimensional, diagnóstico diferencial e sinônimos técnicos, medidas diretamente proporcionais à carga cognitiva da imagem.

A carga cognitiva de uma imagem é conseguida através da composição das medidas cognitivas obtidas para essa imagem. Cada medida contribui com uma parcela na determinação da carga cognitiva, mas essa contribuição não é uniforme. Cada medida tem um peso diferente na composição da carga cognitiva. Um exemplo disto são as medidas frequência e sinônimos técnicos. A frequência tem um peso muito grande, enquanto que sinônimos técnicos tem um peso considerado pequeno. Os pesos associados a cada medida são obtidos através de informações dos especialistas no ensino de radiologia. Um exemplo de como os pesos para cada medida e as medidas das imagens são conseguidos e dos valores destes pesos para imagens radiológicas é descrito na Seção 3.5 no estudo de caso apresentado.

O comportamento das medidas durante o aprendizado difere de medida para medida. No caso das medidas frequência, saliência e confiabilidade este comportamento é semelhante. Estas medidas se comportam de maneira linear descendente, tendo mais importância no começo do aprendizado que no final. A visão tridimensional tem um comportamento linear ascendente até próximo à metade do curso, quando então se torna constante. Sinônimos técnicos é linear ascendente do começo até o final do curso, enquanto diagnóstico diferencial começa como uma constante pequena e a partir da metade assume um crescimento quadrático. A Figura 6 ilustra estes comportamentos (CURY, 1996), (LESGOLD et al., 1989).

FIGURA 6 - COMPORTAMENTO DAS MEDIDAS NO TEMPO



Para simplificar a aquisição dos pesos associados às medidas através de um especialista, usa-se um valor constante para cada peso. Este valor foi conseguido empiricamente no estudo de caso. Para frequência, saliência e confiabilidade os valores são negativos, devido serem inversamente proporcionais à carga. Para as demais, os valores são positivos. Com isto, chega-se a uma fórmula simplificada para o cálculo da carga cognitiva das imagens, usada na implementação das ferramentas apresentadas no Capítulo 4:

$$G = \frac{\alpha \cdot frequ + \beta \cdot sal + \gamma \cdot conf + \delta \cdot vtd + \theta \cdot ddif + \omega \cdot stec}{\alpha + \beta + \gamma + \delta + \theta + \omega}$$

onde G é a carga cognitiva de uma imagem; $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \theta$ e ω são os pesos associados às medidas, dados pelo especialista; e $freq, sal, conf, vtd, ddif$ e $stec$ são os valores das medidas cognitivas de uma imagem, frequência, saliência, confiabilidade, visão tridimensional, diagnóstico diferencial e sinônimos técnicos, respectivamente.

Para computar, também, as medidas cognitivas das partes de uma imagem, pode-se fazer uma somatória dessas medidas para todas as partes

da imagem, e adotá-la como uma nova medida cognitiva da imagem como um todo, considerando que pode não se ter valores para algumas das partes.

3.5 ESTUDO DE CASO

Para ilustrar a utilização das medidas cognitivas no ensino de conceitos visuais para radiologia médica, foi realizado um estudo com um especialista no ensino de radiologia e com uma base de imagens radiológicas. Os objetivos desse estudo são os seguintes: conseguir uma forma mais interessante para que o próprio especialista possa descrever cognitivamente as imagens da base, determinar empiricamente o peso de cada medida no cálculo da carga cognitiva, avaliar a relevância de cada medida usada e validar a utilidade das medidas cognitivas na ordenação de uma seqüência de exemplos a ser mostrada ao aprendiz.

3.5.1 Local do Estudo

O estudo foi feito com a colaboração do Departamento de Radiologia da UFPR, situado no Hospital das Clínicas. Nesse hospital existe um programa de residência em radiologia orientado pelo Prof. Arnolfo de Carvalho Neto, chefe do departamento, que teve a função de especialista no ensino de radiologia. Esse departamento possui uma coleção muito grande de imagens radiológicas de diversos tipos, sendo que uma das partes mais significativas é a coleção de tomografias computadorizadas sobre tumores cerebrais, que foi escolhida como objeto do estudo. Esta escolha se deveu ao fato dessa coleção ser bastante significativa em termos de quantidade e qualidade e dela ser muito utilizada na residência em radiologia.

3.5.2 Metodologia Empregada

O estudo foi feito em quatro etapas principais: ambientação do especialista com o estudo em foco, criação e aperfeiçoamento de uma forma de coleta de dados, coleta dos dados sobre as imagens e a análise desses dados. A primeira etapa consistiu basicamente na apresentação das medidas cognitivas para o especialista e discussão sobre a utilização delas em um sistema computadorizado de ensino. Esta etapa demorou algumas reuniões, pois existia uma grande diferença entre o jargão do especialista e o do condutor do estudo.

A segunda etapa consistiu da criação de um formulário e da aperfeiçoamento deste para a coleta de dados cognitivos sobre as imagens. A escolha de um formulário se deu pelo fato que esta é uma forma de aquisição de dados muito simples de ser implementada computacionalmente e que é muito usada no meio hospitalar. Foi apresentado um formulário (**ver** Anexo 1) em papel para o especialista e escolhidas cinco imagens, para testar o preenchimento. Após esse teste, chegou-se à conclusão que além da imagem como um todo, certas características das lesões poderiam ser medidas em relação à saliência, confiabilidade e frequência. Essas características, descritas pelo especialista, são as seguintes: bordo, calcificação, impregnação, necrose, localização, efeito expansivo e tamanho. Seguindo estas conclusões, chegou-se à segunda versão do formulário para classificar imagens (**ver** Anexo 2), o qual foi adotado para classificar cognitivamente as imagens usadas neste estudo.

O formulário, na sua versão final, possui basicamente três partes: área de descrição geral da imagem, área de descrição cognitiva da imagem como um todo e área de descrição cognitiva de cada característica visual da imagem. Na área de descrição geral são colocadas informações como: identificação da chapa radiológica, tipo de imagem (tomografia, radiografia e

ressonância magnética), tipo de anomalia apresentada na imagem e descrição do caso. Ou seja, um resumo geral da imagem.

Na área de descrição cognitiva são colocados os valores das medidas cognitivas referentes à imagem como um todo. Para facilitar o seu preenchimento foram utilizados valores qualitativos como: muito pouco, pouco, moderado, muito e extremamente. Por uma questão de preferência do especialista foi utilizado no campo relativo à frequência um valor em porcentagem, que será automaticamente convertido em um dos valores acima. Na área de descrição das características visuais os valores são colocados em uma tabela, sendo que os valores utilizados são os mesmos da região anterior.

Para a etapa de coleta dos dados foram escolhidas vinte e duas imagens de tomografia computadorizada de tumores cerebrais (**ver Anexo 3**). Estas imagens foram escolhidas pelo especialista por pertencerem à sua coleção didática de imagens. O especialista atribuiu valores para as medidas cognitivas para as imagens como um todo e para as características das lesões (**ver Anexo 4**). Como cada chapa de tomografia computadorizada tem em média doze imagens e o sistema RUI só mostra uma, foi estabelecido o uso apenas da imagem mais significativa da chapa, determinada pelo especialista. Nesta etapa, também, foram coletados do especialista possíveis valores para os pesos de cada medida no cálculo da carga cognitiva.

Na etapa de análise dos dados cognitivos coletados, para cada formulário preenchido foi calculada, pelo sistema, a carga cognitiva da respectiva imagem. Após, o especialista classificou separadamente as imagens e os formulários das mesmas imagens. Ao mesmo tempo fez-se a mesma classificação das imagens usando as cargas cognitivas calculadas pela ferramenta implementada para este estudo e descrita no Capítulo 4. Foram feitas três classificações. Duas delas foram feitas pelo especialista, sendo que a primeira, e mais importante, foi feita através da classificação das imagens escolhidas e imagens fáceis, médias e difíceis. Depois as imagens

foram colocadas em ordem crescente de dificuldade dentro de cada grupo. A segunda classificação foi realizada com os formulários preenchidos e seguiu os mesmos critérios da primeira. A terceira ordenação foi feita automaticamente pelo sistema, ordenando as imagens crescentemente pela carga cognitiva calculada. Uma comparação dos resultados das ordenações é apresentada na Seção 3.5.3.

3.5.3 Resultados

As classificações feitas pelo especialista das imagens e dos formulários tiveram resultados um pouco diferentes. Isto ocorreu pelo fato de que a classificação pelas imagens foi feita com base na experiência do professor, enquanto que na dos formulários ele atribuiu muito mais peso à frequência que às outras medidas, o que torna a primeira classificação mais representativa de realidade. Os resultados destas classificações (ver Tabela 4) indicam que, apesar da ordenação computadorizada não estar muito próxima da real, ao dividi-la em grupos como nas feitas pelo especialista, percebe-se que estes grupos terão basicamente os mesmos elementos, sendo apenas a ordem diferente. Por exemplo, o conjunto de casos fáceis, determinado pelo especialista contém onze imagens. Este conjunto é muito parecido (mais de setenta por cento de coincidência) com o conjunto formado pelas onze primeiras imagens da ordenação feita pelo sistema.

Foram feitas algumas ordenações computadorizadas variando os pesos para as medidas, na tentativa de ajustar os pesos. Os pesos que se mostraram mais próximos do real são: -3 para frequência, -3 para saliência, -1 para confiabilidade, 1 para visão tridimensional, 3 para diagnóstico diferencial e 2 para sinônimos técnicos. Os resultados destas classificações, mostrados na Tabela 4, indicam, em princípio, que a carga cognitiva é uma medida eficiente para representar conhecimento cognitivo sobre as imagens, apesar

de que para uma maior exatidão, existe a necessidade de mais medidas, inclusive medidas relativas a características da lesão.

TABELA 4 - CLASSIFICAÇÕES DAS IMAGENS

classificação feita pelo especialista através das imagens	
tipos de casos	número das imagens
casos fáceis	6, 8, 9, 12, 13, 3, 2, 19, 17, 18 e 22
casos médios	1, 5, 7, 20, e 15
casos difíceis	14, 16, 4, 10, 11 e 21
classificação feita pelo especialista através dos formulários	
casos fáceis	18, 17, 22, 2, 8, 12, 3, 9, 19, 6 e 13
casos médios	5, 15, 20, 1 e 7
casos difíceis	10, 11, 16, 21, 14 e 4
classificação feita pelo sistema usando a carga cognitiva	
18, 22, 17, 13, 3, 12, 19, 8, 9, 1, 20, 15, 7, 6, 5, 2, 4, 10, 14, 21, 11 e 16	

RESUMO

Neste capítulo definiu-se que a grandeza carga cognitiva pode servir para atribuir valores cognitivos a imagens radiológicas que fazem parte da base de conhecimento de um ITS. A grandeza carga cognitiva define o quanto uma imagem exige conhecimentos e habilidades do aprendiz. Esta medida pode ser dividida em frequência, saliência, confiabilidade, as quais medem o quanto esta imagem é fácil de ser analisada visualmente, e visão tridimensional, diagnóstico diferencial e sinônimos técnicos, que medem o quanto esta imagem exige que o aprendiz tenha desenvolvido estas características do estereótipo de um radiologista perito. Para ilustrar a

utilização dessas medidas em um ITS para radiologia médica, fez-se um estudo de caso, selecionando algumas imagens e adquirindo conhecimento cognitivo sobre elas através de um especialista no ensino de radiologia médica.

4 SEQUENCE: UMA FERRAMENTA DE AUTORIA PARA MEDIDAS COGNITIVAS

Neste capítulo descreve-se uma ferramenta para a utilização das medidas cognitivas por um ITS, chamada Sequence. Esta ferramenta tem por objetivo permitir que o autor de um ITS utilize a carga cognitiva de diagnóstico dos exemplares para a estruturação de uma seqüência de sessões de ensino que estarão disponíveis para treinandos. É uma ferramenta para auxiliar na autoria de ITS.

A ferramenta Sequence permite que um ITS construído usando o ambiente RUI tenha um controle maior sobre a sessão de ensino. No estado original, o RUI permitia um controle das sessões apenas no ensino de uma imagem isolada, ou seja, o ITS é ativo apenas no que diz respeito ao controle do diálogo para o escopo do exemplar corrente. A escolha dos exemplos que devem ser apresentados ao aprendiz fica totalmente por conta de um tutor humano ou do próprio aprendiz. Sequence permite que o autor do ITS determine quantos e quais exemplos serão mostrados ao usuário, tanto de maneira direta, indicando os próprios exemplos, como de maneira indireta, indicando parâmetros para que o próprio ITS escolha esses exemplos.

A autoria usando Sequence é realizada em dois níveis. O primeiro nível é o de cursos. Nesse nível o autor irá determinar o formato de uma sessão de ensino: quantas imagens irão compô-la, quais serão estas imagens,

a sua ordem de apresentação e outros parâmetros que controlem a apresentação das imagens durante o curso.

O outro nível de autoria é o de descrição cognitiva de imagens. É um complemento do nível de produção do sistema RUI descrito na Seção 1.3. No sistema RUI, o nível de produção é usado para descrever os valores que cada imagem de uma classe de anomalia possui. São estes valores que irão diferenciar as imagens tanto qualitativa como quantitativamente. Sequence, neste nível complementa a descrição da imagem permitindo a atribuição de valores que irão quantificá-la cognitivamente.

A conexão entre os níveis de curso e de descrição cognitiva se dá através dos valores cognitivos. Estes valores são atribuídos a cada imagem no nível de descrição cognitiva e servirão para que o autor do curso saiba a carga cognitiva de cada imagem e assim possa escolher ou parametrizar a escolha automática delas.

Na Seção 4.1 deste capítulo apresenta-se o nível de autoria de cursos, com sua interface e sua arquitetura interna. Na Seção 4.2 descreve-se o nível de descrição cognitiva de imagens, também com sua interface e arquitetura. A integração desta ferramenta com o ambiente RUI será descrita e analisada na Seção 4.3.

4.1 AUTORIA DE CURSOS

O nível de autoria de cursos tem como principal função a modelagem de um curso, ou melhor, de uma sessão de ensino com mais de uma imagem. O conjunto de imagens assim estabelecido tem como característica principal o fato de formarem uma seqüência de imagens ordenadas segundo a carga cognitiva de cada uma.

O autor do ITS vai usar este nível para atribuir os seguintes parâmetros:

- a) Número de exemplos a serem apresentados ao aprendiz durante uma sessão de ensino.
- b) Carga cognitiva de cada uma das imagens a serem apresentadas.
- c) Escolher exatamente uma ou outra imagem e determinar em que momento do curso ela será apresentada.
- d) Peso que cada uma das medidas cognitivas terá na ordenação das imagens dentro do curso.
- e) Parâmetros a serem usados pelo modelo tutorial para a adaptação da seqüência do curso ao desempenho do aprendiz.

Para executar estas funções, a ferramenta possui uma interface gráfica para facilitar o trabalho do autor do ITS e uma camada de *software* que permite a manipulação do conhecimento armazenado na base de *frames* do ITS.

4.1.1 Interface de Edição de Cursos

A interface da ferramenta para a edição de cursos permite a descrição de uma seqüência de imagens, a ser apresentada ao aprendiz, e a descrição das reações que o sistema tutor deverá ter quando da escolha da próxima imagem a ser apresentada. A janela principal (ver Figura 7) tem quatro áreas: área de botões principais, área de seleção do exemplar, área de visualização da *Curva U (Browser-U)* e área do *browser* de imagens.

A área dos botões principais tem como função, além da manipulação da própria interface, a edição dos parâmetros delimitadores dos cursos. Suas funções específicas, por botão, são as seguintes:

- a) SAVE. Salva a configuração editada como sendo a configuração atual do tutor.

- b) NUMBER OF EXEMPLARS. Serve para escolher o número de imagens que irão compor uma seqüência completa de uma sessão tutorial. Este botão abre uma janela que permite a edição do número. O campo seguinte mostra o número de exemplares corrente.
- c) STD. COURSE DESCRIPT. Permite ao autor do curso a utilização de uma descrição de curso padrão, previamente definida.
- d) SELECT EXEMPLARS. Habilita as áreas para a seleção dos exemplos.
- e) CUSTOMIZE COG. PARAM. Permite a edição, através de um formulário *pop-up* ilustrado na Figura 8, dos pesos que cada parâmetro cognitivo terá na ordenação dos exemplos.
- f) QUIT. Sair da ferramenta.

A área para seleção dos exemplares tem como função principal o ajuste de qual posição da seqüência do curso será alocada a um exemplar. E também permitirá a consolidação da escolha feita. Toda a sua funcionalidade é obtida através dos seguintes botões:

- a) SET AS IDEAL EXEMPLAR. Serve para consolidar a escolha do exemplar selecionado através do *browser* de imagens ou do *Browser-U*.
- b) <<SELECTED No. RW e SELECTED No. FF>>. Usados para selecionar a posição que o exemplar selecionado terá na seqüência do curso. Esta posição é dada por um número que vai de um até o número máximo de exemplares, escolhido pelo uso do botão NUMBER OF EXEMPLARS.
- c) IDEAL EXEMPLAR No. Campo que mostra a posição corrente da seqüência de ensino, na qual será colocado o exemplar escolhido.

FIGURA 7 - JANELA PRINCIPAL DA FERRAMENTA SEQUENCE

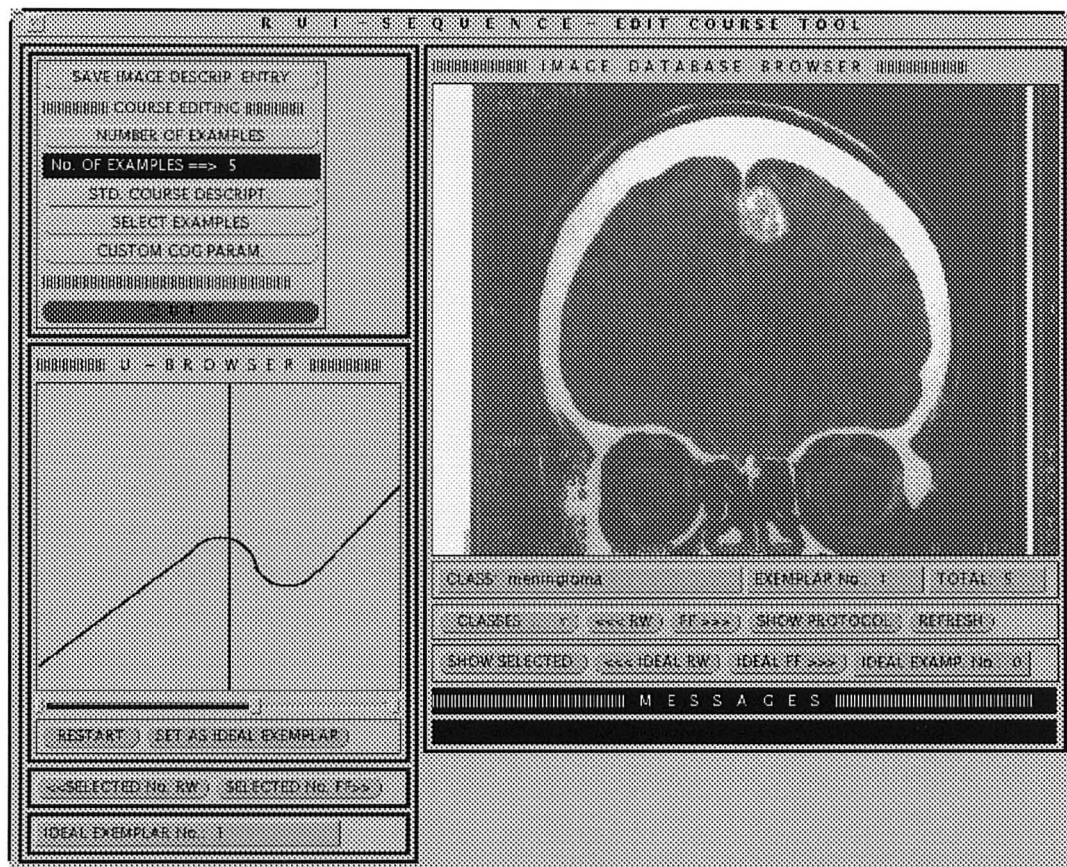


FIGURA 8 - JANELA PARA ATRIBUIR PESOS AOS COEFICIENTES COGNITIVOS

FORM TO SET COGNITIVES COEFFICIENTS

FREQUENCY PARAMETER WEIGHT: -3.0

SALIENCE PARAMETER WEIGHT: -3.0

RELIABILITY PARAMETER WEIGHT: -1.0

3D VISION PARAMETER WEIGHT: 1.0

DIFERENTIAL DIAGNOSYS PARAMETER WEIGHT: 3.0

TECHNICAL SINONIMS PARAMETER WEIGHT: 2.0

Apply

Cancel

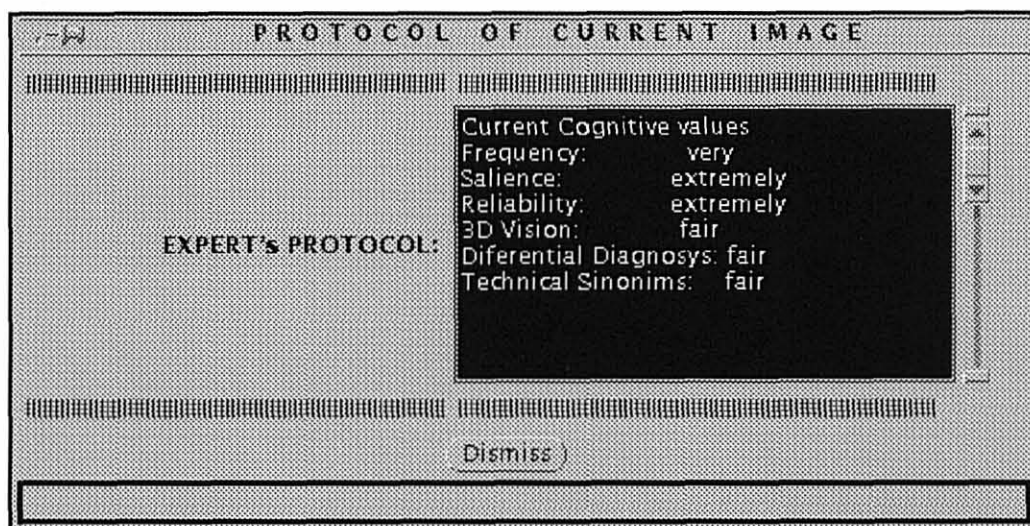
A área de visualização dos exemplares sobre a *Curva U*, ou *Browser-U*, tem como função a escolha do posicionamento de cada exemplar sobre a *Curva U*. Este posicionamento corresponde à carga cognitiva que cada exemplar deverá ter, ou tem. Esta área é composta de uma figura que mostra a *Curva U* de ensino (ver Seção 3.2) e o posicionamento de todos os exemplares da seqüência de ensino sobre esta curva, e um *slider* responsável pela movimentação destas posições. A escolha de cada exemplar é feita graficamente através do posicionamento de uma linha vertical cuja interseção com a *Curva U* nos permite calcular a carga cognitiva do exemplar. A movimentação desta linha se dá através da movimentação do *slider*, próprio da interface. Esta área nos dá a carga cognitiva ideal de cada exemplar. A carga real será a da imagem com carga mais próxima.

A área chamada de *browser* de imagens, ao contrário do *Browser-U*, permite a escolha exata dos exemplares. Esta escolha é feita através de uma seleção sobre todas as imagens disponíveis na base de conhecimento. Desta forma o autor do ITS pode selecionar, por exemplo, uma imagem específica que será apresentada numa determinada posição do curso. O *browser* de imagens é composto de uma janela que mostra uma imagem, e uma área de botões e campos para permitir a manipulação das imagens da base de conhecimento. A janela que mostra uma imagem serve para a visualização de uma imagem da base de conhecimento, visando à escolha do exemplar, ou dos exemplares já escolhidos. A visualização das imagens da base é feita pela classe de anomalia à qual imagem corrente pertence.

A manipulação desta visualização é controlada por dois conjuntos de botões, posicionados logo abaixo da imagem. O primeiro serve para mostrar todas as imagens da base de conhecimento. As imagens da base estão divididas por classe de anomalia. Este primeiro conjunto possui os seguintes botões:

- a) CLASS. Campo que mostra a qual classe de anomalia a imagem mostrada pertence.
- b) EXEMPLAR No.: Campo que mostra qual a posição da imagem que está sendo mostrada na seqüência de todas as imagens, desta classe de anomalia, ordenadas pela carga cognitiva.
- c) TOTAL: Número total das imagens desta classe de anomalia.
- d) CLASSES . Botão para selecionar a classe de anomalia desejada.
- e) <<<RW e FF>>>. Botões para percorrer todas as imagens da base de conhecimento, pertencentes a classe de anomalia corrente.
- f) SHOW PROTOCOL. Botão para mostrar os valores cognitivos e a descrição do caso referente à imagem mostrada. Estas informações são mostradas através de uma janela *pop-up* ilustrada na Figura 9.

FIGURA 9 - JANELA QUE MOSTRA OS VALORES COGNITIVOS DA IMAGEM



O segundo conjunto de botões é responsável pela visualização das imagens já escolhidas. As imagens que foram escolhidas pelo *browser* de

imagens são mostradas diretamente. Quando se utiliza o *Browser-U*, o especialista não escolhe uma determinada imagem em particular, mas um valor de carga cognitiva que a imagem ideal deveria ter. Portanto, são mostradas as imagens existentes na base de conhecimento, cuja carga cognitiva é mais próxima da selecionada. Sendo que se a base de conhecimento for aumentada, as imagens mostradas, neste caso, podem ser diferentes. Os botões são os seguintes:

- a) **SHOW SELECTED**. Botão que mostra a imagem selecionada para ser a primeira a ser mostrada no curso.
- b) <<< IDEAL RW e IDEAL FF >>>. Botões para percorrer o conjunto de imagens selecionadas.
- c) **IDEAL EXAMP. No.:** Campo que mostra a posição da imagem selecionada na seqüência de imagens selecionadas.

Os botões <<< IDEAL RW, IDEAL FF >>> e IDEAL EXAMP. No.: só podem ser usados quando da visualização de imagens selecionadas. Existe um campo, logo abaixo, para exibir mensagens de aviso ou de erro.

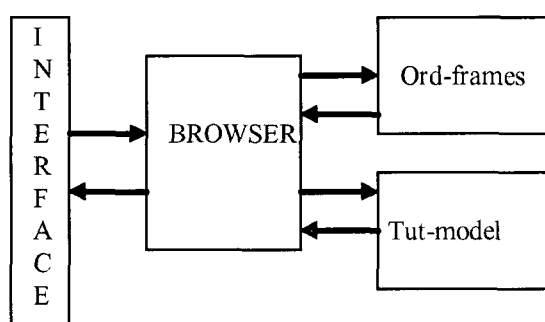
4.1.2 Arquitetura do Nível de Edição de Cursos

Para possibilitar ao autor do ITS toda a funcionalidade descrita acima, existe uma ligação entre o modelo do domínio e o modelo tutorial do ITS. Esta ligação é feita através dos valores cognitivos que estão armazenados nas descrições de imagens que pertencem ao modelo do domínio da base de conhecimento. O modelo tutorial recebe os valores cognitivos das imagens e as ordena por parâmetros próprios. A descrição desses parâmetros e outros, relativos ao curso, é feita nesta ferramenta.

Os módulos que compõem este nível são responsáveis pela manipulação de uma parte da base de conhecimento do modelo tutorial que expressa a relação entre as imagens mostradas. Também são responsáveis pela manipulação dos valores cognitivos obtidos no nível de descrição das

imagens, visando torná-los mais facilmente acessíveis pelo autor do curso durante o projeto do ITS. Na Figura 10 apresenta-se um diagrama que mostra as relações entre os módulos deste nível.

FIGURA 10 - ARQUITETURA FUNCIONAL DO NÍVEL DE EDIÇÃO DE CURSOS



Estes módulos são os seguintes: o módulo *Tut-model* e o módulo *Ord-frames*. O *Tut-model* é a parte da ferramenta que vai permitir a manipulação de parâmetros, tais como o número de imagens do curso, os pesos que cada medida cognitiva terá no cálculo da carga cognitiva e qual será a carga cognitiva das imagens a serem mostradas. Todo esse conhecimento é guardado em um conjunto de *frames* (MINSKY, 1975). Estes *frames* são criados e modificados usando-se as funções primárias do RBFS (BARBER, MARSHALL e BOARDMAN, 1988) do ambiente Poplog (BARRETT, RAMSAY e SLOMAN, 1985). Neste caso, o módulo fica responsável pela manutenção da coerência entre eles. Este módulo guarda em um *frame* chamado parâmetros cognitivos os pesos que cada medida terá no cálculo da carga cognitiva e o número de exemplares da seqüência de imagens. Em um conjunto de *frames* chamados de imagens ideais são armazenadas as medidas cognitivas que cada um dos exemplares deveria ter, valores que são

aproximados no caso de nenhuma imagem da base de conhecimento ter valores iguais.

O *Ord-frames* é o módulo responsável pelos cálculos das cargas cognitivas das imagens da base de conhecimento e pela aproximação destas imagens, tanto pela carga cognitiva como pela resposta de um futuro modelo do estudante com respeito a modificar esta carga, tanto quantitativa como qualitativamente, para adaptá-la à capacidade do estudante. O cálculo da carga cognitiva de cada imagem é feito através da média ponderada dos valores das suas medidas cognitivas, sendo que os pesos são dados pelo autor do ITS e manipulados pelo *Tut-model*. A formula usada é a seguinte, conforme descrito na Seção 3.4:

$$G = \frac{\alpha \cdot frequ + \beta \cdot sal + \gamma \cdot conf + \delta \cdot vtd + \theta \cdot ddif + \omega \cdot stec}{\alpha + \beta + \gamma + \delta + \theta + \omega}$$

4.2 DESCRIÇÃO COGNITIVA DAS IMAGENS

O nível de descrição cognitiva de imagens é um complemento do nível de produção do sistema RUI. No sistema RUI, o nível de produção é usado para descrever os valores que cada imagem que uma classe de anomalia possui. São estes valores que irão diferenciar as imagens tanto qualitativa como quantitativamente. A Sequence, neste nível complementa a descrição da imagem permitindo a atribuição de valores para as medidas cognitivas, permitindo que a carga cognitiva de cada imagem seja calculada pelo nível de edição de cursos.

A principal função deste nível é possibilitar ao autor do ITS armazenar o conhecimento sobre a capacidade cognitiva de cada exemplar junto com as outras informações atribuídas a cada descrição de imagens no

nível de produção, através da *Image Description Tool* do ambiente RUI. Considera-se que as medidas cognitivas fazem, também, parte da descrição de uma imagem.

4.2.1 Interface para Atribuir Valores Cognitivos a uma Descrição de Imagem

A atribuição de valores para as medidas cognitivas para uma imagem é feita através de uma interface gráfica. Esta interface permite que sejam atribuídos valores cognitivos, tanto para a imagem como um todo, como para uma característica desta imagem como bordo da lesão ou seu tamanho. Para tanto, esta interface é dividida em duas partes: um formulário para a atribuição de valores cognitivos da imagem, como na Figura 11, e um formulário para a edição dos valores cognitivos das características, como na Figura 12.

O formulário para valores da imagem é chamado a partir da *Image Description Tool* do sistema RUI. O formulário atribui valores para a imagem que está sendo descrita. Como estes valores são característicos da imagem como um todo, este formulário não depende da característica que está sendo descrita. Existe um campo e um botão para cada medida. Os valores são atribuídos ou modificados escolhendo-se uma das opções: *slight*, *fair*, *moderate*, *very* ou *extremely* que correspondem aos valores de muito pouco até extremamente do formulário ilustrado no Anexo 1 Quando o autor estiver satisfeito com os valores da imagem, ele consolidará a atribuição com o botão APPLY.

FIGURA 11 - FORMULÁRIO PARA EDIÇÃO DE VALORES COGNITIVOS DAS IMAGENS

FORM TO EDIT COGNITIVES VALUES OF IMAGE

=====

PRESS TO ==>> SELECT FREQUENCY VALUE ▾
 CURRENT FREQUENCY VALUE: moderate

PRESS TO ==>> SELECT SALIENCE VALUE ▾
 CURRENT SALIENCE VALUE: extremely

PRESS TO ==>> SELECT RELIABILITY VALUE ▾
 CURRENT RELIABILITY VALUE: extremely

PRESS TO ==>> SELECT 3-D VISION VALUE ▾
 CURRENT 3-D VISION VALUE: fair

PRESS TO ==>> SELECT DIFFERENTIAL DIAGNOSIS VALUE ▾
 CURRENT DIFFERENTIAL DIAGNOSIS VALUE: very

PRESS TO ==>> SELECT TECHNICAL SYNONYMS VALUE ▾
 CURRENT TECHNICAL SYNONYMS VALUE: moderate

=====

Apply

Cancel

Para a atribuição de valores cognitivos para cada uma das características da imagem, existe um formulário que é chamado quando se escolhe, no RUI, uma característica para ser descrita. Para facilitar essa atribuição, o formulário foi colocado como uma extensão do formulário já existente no RUI, que serve para atribuir valores às características de cada componente anatômico descrito na imagem. Considera-se, portanto, que atribuição de valores não-cognitivos e cognitivos fazem parte da mesma operação de descrição de uma característica de um componente anatômico, e, por esta razão, devem ser feitos no mesmo formulário.

O formulário, mostrado na Figura 12, possui duas áreas distintas: uma para valores não cognitivos e a outra para os valores cognitivos. A primeira é o formulário para descrição de características de componentes

anatômicos do ambiente RUI. A outra, para valores cognitivos, é similar ao formulário para valores cognitivos das imagens, só que apenas com campos para confiabilidade, saliência e freqüência, como foi definido na Seção 3.4.

FIGURA 12 - FORMULÁRIO PARA EDIÇÃO DE VALORES COGNITIVOS DAS CARACTERÍSTICAS DE UMA LESÃO

```

FORM TO EDIT VALUE OF FEATURE
=====
NAME OF FEATURE: size
TYPE OF FEATURE: Ordinal/Qualitative
=====
PRESS TO ==>> SELECT FEATURE VALUE (F)
CURRENT FEATURE VALUE: large
CHECKED IF FEATURE IS VISIBLE: 
PRESS TO ==>> SELECT SALIENCE VALUE (F)
CURRENT SALIENCE VALUE: moderate
PRESS TO ==>> SELECT RELIABILITY VALUE (F)
CURRENT RELIABILITY VALUE: moderate
PRESS TO ==>> SELECT FREQUENCY VALUE (F)
CURRENT FREQUENCY VALUE: moderate
=====
Apply
Cancel
  
```

4.2.2 Arquitetura do Nível de Descrição de Imagem

A arquitetura deste nível possui apenas um módulo interno. É o módulo responsável pela recuperação e armazenamento dos valores cognitivos. Estamos considerando que os valores das medidas cognitivas são valores que descrevem a imagem cognitivamente, então, o lugar correto para armazená-las é o mesmo lugar onde estão os outros valores da descrição da imagem. No sistema RUI estes valores são armazenados em *frames*, um para

cada descrição de imagem. Este módulo é, portanto, uma camada de *software* sobre o RBFS do RUI, que manipula os frames das descrições de imagens. Tanto os valores cognitivos da imagem como os de cada característica de componente anatômico são colocados como *slots* do *frame* de descrição da imagem. A única diferença é que nos nomes dos *slots* das características é colocado o nome do componente, o da característica e o nome da medida, para não haver coincidência de nomes.

4.3 INTEGRAÇÃO COM O AMBIENTE RUI

O ambiente RUI, como descrito no capítulo 1.3, é um ambiente de autoria de ITSs, para o ensino de conceitos visuais. O RUI considera fundamental a idéia do ensino de radiologia ser baseado na discussão do diagnóstico de casos. A escolha de qual será o caso apresentado ao aprendiz não é feita em tempo de autoria, ou seja, o autor não tem controle sobre a sessão de ensino. Este controle é feito pelo aprendiz, ou por um professor humano presente ao local. O objetivo da Sequence é dar esta possibilidade de controle ao autor, em tempo de autoria.

O RUI é dividido em três níveis:

- a) Nível conceitual (*conceptual level*).
- b) Nível de produção (*production level*).
- c) Nível instrucional (*instructional level*).

A Integração da Sequence com o RUI se dá em dois níveis. A nível de produção, quase como uma parte da própria *Image Description Tool* e em um nível que não estava explicitado antes no RUI que é o nível de autoria Tutorial.

A Sequence, apesar de ser uma ferramenta projetada como uma extensão do ambiente RUI, pode ser considerada como uma ferramenta que

possui uma certa independência da implementação do ambiente de autoria. As únicas restrições são na implementação da descrição das imagens e na implementação da parte do modelo tutorial do ambiente que controla o andamento da sessão de ensino.

4.3.1 Nível de Produção

Como foi descrito na Seção 4.2, a integração da Sequence com o nível de produção do RUI é feita com a complementação deste através da inclusão de novos valores, para as medidas cognitivas, a uma descrição de imagem. Esta complementação é feita tanto na interface como na base de *frames* do ITS. Na interface não foi criada uma ferramenta nova pois, conceitualmente, as descrições não cognitivas e cognitivas das imagens estão no mesmo contexto que é descrever a imagem através de valores que a diferenciem de outras imagens similares. Por isto foi criada uma extensão da *Image Description Tool* para permitir a manipulação desses valores cognitivos.

Para que esta ferramenta seja usada no ambiente RUI foi necessária a adaptação da forma com que a Sequence armazena o conhecimento. Este conhecimento, em vez de ser colocado em uma base separada, o que poderia acarretar em falhas, é colocado diretamente na base de conhecimento do ITS. Os *frames* já existentes são complementados com as informações cognitivas e a maneira de recuperação do conhecimento cognitivo é similar à já existente no RUI.

4.3.2 Nível de Autoria Tutorial

O nível de autoria tutorial do ambiente RUI não foi explicitado no projeto e construção deste. Apesar disto, muitas das funções que este nível teria no ambiente foram implementadas usando o nível conceitual, nas regras de ensino ou *teaching rules* da descrição de cada classe de anomalia. A outra grande função deste nível seria a de permitir o controle, em tempo de autoria,

do andamento da sessão de ensino. Função esta suprida pela ferramenta Sequence.

A Sequence, neste nível, é muito pouco dependente do RUI. A Interface é completamente separada das outras. A base de conhecimento usada é independente e pode até ser armazenada em separado. A ligação principal é feita na utilização da Sequence pela ferramenta de ensino do RUI (*Learning Tool*). A *Learning Tool* do RUI possui um mecanismo para que o usuário escolha a próxima imagem, mas ela própria não realiza este controle. A Sequence permite que a ferramenta de ensino controle a seqüência de imagens, do ponto de vista cognitivo, possibilitando uma melhoria no ensino com a adequação da carga cognitiva das imagens ao desempenho do aprendiz (ver Seção 3.3).

A Sequence pode permitir que seja feita a adaptação da carga cognitiva das imagens usando a avaliação do estudante feita pelo modelo do aprendiz, descrito por CURY (1996), mas ainda não integrado ao RUI. Este mecanismo permite que seja adotada uma estratégia predefinida pelo autor para que a sessão de ensino se adapte ao aprendiz da melhor forma possível.

RESUMO

Neste capítulo descreveu-se a ferramenta implementada para exemplificar os conceitos desenvolvidos neste trabalho. Esta ferramenta, chamada Sequence, foi implementada como uma extensão do sistema RUI. A Sequence tem dois níveis principais, o de descrição cognitiva de imagens e o de edição de cursos

Para a descrição cognitiva de imagens, foi implementada uma extensão da ferramenta de descrição de imagens do RUI, usando o mesmo tipo de interface e usando os mesmos frames para descrever imagens. Esta

descrição é feita tanto no nível de imagem como no nível de característica de componente anatômico. Para isto, os valores cognitivos próprios da imagem como um todo são manipulados separadamente dos valores cognitivos de cada característica de componente anatômico.

A Sequence permite a autoria cognitiva tanto de um conjunto de imagens que será apresentado ao aluno de uma forma mais interessante, como de um curso. Para isto é possibilitada a manipulação de valores para número de imagens que compõem o curso, ordem de apresentação de cada imagem e sua carga cognitiva. É proposta também, uma extensão da interface de ensino do RUI para possibilitar a utilização da Sequence.

5 DISCUSSÃO E AVALIAÇÃO

As medidas cognitivas apresentadas no Capítulo 3 deste trabalho constituem uma abordagem formal, do ponto de vista computacional, para a representação de metaconhecimento de imagens de um ITS. Existem algumas considerações que podem ser feitas sobre este tipo de representação de conhecimento e sua utilização por um ITS. Neste capítulo apresentam-se algumas considerações e avaliações sobre a utilização de medidas cognitivas por ITSs.

As medidas cognitivas enfocadas neste trabalho aproximam o modelo tutorial do modelo do domínio de um ITS, além de serem um fator importante no aspecto cognitivo da autoria de um ITS. Este assunto será discutido na Seção 5.1. Apesar de ser uma boa representação, existem algumas falhas que serão avaliadas na Seção 5.2. Na Seção 5.3 discute-se as variações na interpretação cognitiva das imagens que podem existir de especialista para especialista. Na Seção 5.4 ilustra-se a utilização das medidas cognitivas no

ensino de uma outra classe de domínio, a programação de computadores, através da análise de dois exercícios apresentados a alunos da UFPR.

5.1 MEDIDAS COGNITIVAS E OS MÓDULOS DE UM ITS NO ENSINO E AUTORIA

Nesta seção discute-se a utilização das medidas cognitivas pelos módulos de um ITS no ensino de conceitos visuais e sua utilização em um ambiente de autoria como o sistema RUI. Um ITS tradicional, como descrito no Capítulo 1, possui uma arquitetura dividida basicamente em quatro partes: modelo tutorial, modelo do aprendiz, modelo do domínio e interface de ensino. Destes, o modelo tutorial é o que poderá fazer uso mais direto das medidas cognitivas.

5.1.1 Medidas Cognitivas e Modelo Tutorial

O modelo tutorial usa as medidas cognitivas para adaptar o próximo exemplo ao desempenho do aluno, procurando corrigir alguma deficiência apresentada e até aumentar a motivação do aluno (DEL SOLDATO e DU BOULAY, 1995). Esta utilização é feita basicamente de duas maneiras: de maneira estratégica e de maneira tática.

A primeira é a adaptação do próximo exemplo a ser apresentado ao aluno. Esta adaptação pode ser feita apenas pelo ajuste da carga cognitiva total do próximo exemplo. O sistema, através do modelo do aprendiz, detecta uma falha do estudante em atingir os objetivos da imagem que acabou de ser apresentada e escolhe para próximo exemplo uma imagem com carga cognitiva menor que a que seria normalmente apresentada. Seguindo o modelo do aprendiz proposto por CURY (1996), onde o estado atual dos aprendizes é medido para cada característica do estereótipo do perito, pode-

se aplicar esta adaptação em cada característica deficiente, tornando tal adaptação muito mais exata e eficiente.

A maneira tática de utilização das medidas cognitivas pelo modelo tutorial se baseia na apresentação de um exemplo auxiliar de mesma carga cognitiva do exemplo corrente, mas que tenha a característica enfocada naquele momento mais facilmente perceptível durante a discussão. Por exemplo, se durante a discussão de uma imagem, o aprendiz perceber equivocadamente algum componente da lesão, o sistema poderia apresentar paralelamente uma outra imagem com a mesma carga cognitiva, mas com este componente da lesão bem mais visível.

5.1.2 Medidas Cognitivas e Modelos do Domínio e do Aprendiz

O modelo de domínio usa as medidas cognitivas para melhorar a busca de um exemplo específico que tenha as características determinadas pelo modelo tutorial. Um exemplo dessa utilização é quando o modelo tutorial precisa de uma imagem com uma determinada carga cognitiva e ela não existe na base de conhecimento do ITS. Então o modelo do domínio descobre a imagem mais próxima da desejada. Uma outra forma seria a busca por característica de componente da lesão. Por exemplo, o modelo tutorial pede uma imagem com a borda da lesão pouco saliente, então o modelo do domínio busca através das medidas cognitivas dos componentes da lesão uma imagem com carga cognitiva próxima da do exemplo atual, mas com a medida desejada, ou aproximada, para o componente da lesão.

O modelo do aprendiz usa indiretamente as medidas cognitivas. Esta utilização normalmente é feita através do modelo tutorial, sendo o modelo do aprendiz responsável por detectar uma deficiência ou excesso de eficiência em determinada característica, usando as medidas para quantificar as correções necessárias.

5.1.3 Autoria de um ITS e Medidas Cognitivas

A utilização das medidas cognitivas no processo de autoria de um ITS é feita tanto estratégica como taticamente. Através das medidas cognitivas o autor pode programar quais serão as reações estratégicas do sistema perante as ações do aprendiz. Por exemplo, se o professor preferir variar a carga cognitiva de maneira quadrática em lugar da linear, isto acarretaria um aumento menos acentuado da carga cognitiva dos exemplos no começo e um aumento mais acentuado no final do curso. O autor pode também aumentar a carga em uma determinada medida no começo do curso e em outra medida no final do curso.

Na parte tática a autoria é feita, de maneira indireta, através do modelo de domínio, onde a representação do metaconhecimento cognitivo sobre as imagens tem influência sobre as ações do modelo tutorial. Por exemplo, na escolha de imagem comparativa quando ocorre um erro do treinando na imagem corrente. Apesar da contribuição indireta sobre o modelo pedagógico, a autoria usando medidas cognitivas se dá de forma a abranger apenas o modelo de domínio.

5.2 SUPOSIÇÃO DE EXTREMOS

A representação de todo o conhecimento cognitivo sobre os exemplos a serem apresentados durante uma sessão de treinamento é muito difícil. Na maioria das vezes os próprios especialistas não sabem exatamente quais são as componentes desse conhecimento. Na realidade o especialista utiliza muitas medidas cognitivas, mas nem todas podem ser descritas. Algumas delas variam de acordo com o conhecimento anterior dos alunos, com seu estado emocional, com fatores lingüísticos e até com o estado emocional do professor.

Na verdade certas imagens possuem uma relevância para o ensino maior que a sua carga cognitiva. São os chamados casos clássicos do professor. Todo professor de Radiologia possui uma coleção de casos que ele apresenta aos alunos. Além de casos típicos e casos muito complicados, normalmente encontram-se casos que possuem características especiais, não na imagem em si, mas no histórico do caso. Durante a fase de testes de formulário (**ver** Seção 3.5.2) alguns casos com esta característica foram apresentados. Lesgold apresenta um caso similar onde o diagnóstico foi dado apenas com base no histórico do paciente. Estes casos tem um valor muito grande no ensino, muito maior do que teriam se fosse levado em consideração apenas a carga cognitiva.

O que se tenta fazer neste trabalho é identificar os componentes principais deste conhecimento. Na Seção 3.5 apresentou-se uma ordenação cognitiva dos exemplos com base nas medidas apresentadas neste trabalho, e outra realizada pelo especialista com base na sua experiência. O próprio especialista não garantiu uma grande exatidão na sua ordenação. A única certeza é da classificação em imagens fáceis, medianas e difíceis.

A ordenação realizada com base nas medidas cognitivas apresenta uma pequena variação na ordem, em relação à do especialista, mas ela apresenta, bem definidos, os mesmos conjuntos de imagens fáceis, medianas e difíceis. Isto se dá pelo fato que se conseguiu identificar apenas os componentes cognitivos principais, o que não dá certeza a respeito da ordem real entre duas imagens com carga cognitiva muito próxima. Apesar disto, pode-se ter certeza desta ordem quando a diferença entre as cargas cognitivas não for tão pequena.

Por estas razões deve-se considerar que a carga cognitiva de uma imagem é uma representação boa da relevância cognitiva desta imagem, mas não consegue representar toda ela.

5.3 INCOMPATIBILIDADE ENTRE ESPECIALISTAS HUMANOS

Nesta seção discutem-se as diferenças entre diagnósticos de vários especialistas para um mesmo caso e o quanto estas diferenças podem afetar a representação cognitiva deste caso. Um fato corriqueiro na medicina é o de que diferentes médicos podem dar diagnósticos diferentes para um mesmo caso. Esta diferença é resolvida na vida real através da coleta de opiniões de diversos especialistas e de análise técnica ou estatística desses diagnósticos.

No caso das medidas cognitivas, está-se representando não o diagnóstico da imagem, mas o conhecimento sobre como esta imagem influencia no ensino. Discutiu-se na seção anterior que a carga cognitiva de uma imagem depende também de fatores subjetivos. Por isto tentou-se, através das medidas cognitivas, diminuir a subjetividade na descrição cognitiva das imagens.

Tem-se que considerar, também, os casos em que existem divergência quanto ao diagnóstico de um determinado caso. Quando existe esta divergência de diagnóstico fica claro que se trata de um caso típico, mas de um caso que está na fronteira entre duas categorias de anomalias. Nestes casos, onde é virtualmente impossível o diagnóstico apenas pela observação da imagem, às vezes, somente podem ser diagnosticados corretamente através de uma análise laboratorial do tecido. O fato do diagnóstico ser muito difícil indica que a medida diagnóstico diferencial será elevada para esta imagem, em qualquer dos diagnósticos.

Conseqüentemente, às vezes os especialistas podem ter divergências quanto ao diagnóstico mas tenderão a concordar com o fato de uma imagem ter uma carga de diagnóstico diferencial muito elevada. Pode haver, é claro, divergências a respeito da classificação cognitiva de uma imagem, mas esta divergência não será muito grande. Por exemplo, uma imagem que é considerada como tendo diagnóstico diferencial alto por um

especialista no ensino, dificilmente será considerada como de diagnóstico diferencial baixo por outro, mas no máximo como moderadamente alto

No caso de uma base de casos onde diversos especialistas no ensino de radiologia fornecem valores para os mesmos casos, como as variações dificilmente serão altas, pode-se fazer um tratamento destas diferentes descrições cognitivas através do tratamento de incerteza por métodos estatísticos, como redes Bayesianas, por exemplo (NUTTER, 1987). Este tratamento possibilitaria uma confiabilidade maior da medida da carga cognitiva das imagens da base.

5.4 APLICABILIDADE PARA OUTRAS CLASSES DE DOMÍNIOS

Neste trabalho aborda-se a utilização de medidas cognitivas para o ensino de conceitos visuais para radiologia médica, mas este tipo de medida pode ser aplicada a outros tipos de ensino. Para ilustrar a possibilidade de utilização de medidas cognitivas no ensino de outras classes de domínios, apresenta-se uma comparação cognitiva entre dois exercícios apresentados em uma prova de programação de computadores. Tanto o ensino de conceitos visuais quanto o ensino de programação de computadores são baseados na aquisição de perícia e na apresentação de casos para os alunos solucionarem. No caso da radiologia médica a solução é um diagnóstico, enquanto que na programação a solução é um algoritmo ou um programa de computador.

No exemplo, tem-se dois exercícios de programação de computadores apresentados aos alunos em uma prova, cujos enunciados estão apresentados na Figura 13. O exercício 2 é um programa que calcula a somatória dos termos de uma série até a condição de parada. O programa resultado tem apenas uma estrutura de repetição, tem em média doze linhas de código e usa em média cinco variáveis. O exercício 3 é um programa que

calcula o valor das comissões para trinta vendedores através de uma tabela. O programa resultado usa uma estrutura de repetição, como no exercício 2, mas usa também três ou quatro comandos de decisão simples, sete variáveis em média e tem pelo menos vinte linhas de código. Comparando os dois exercícios do ponto de vista do tamanho e da complexidade do programa resultado tem-se que o resultado do exercício 3 tem mais linhas de código, usa o mesmo número de comandos de repetição e usa mais comandos de decisão que o do exercício 2. Por este ponto de vista, poder-se-ia dizer que o exercício 3 exige mais dos alunos que o exercício 2. Apesar disto, os alunos de duas turmas foram unânimes em afirmar que o exercício 2 é mais difícil que o exercício 3.

FIGURA 13 - TRECHO DE UMA PROVA DE PROGRAMAÇÃO

2)Faça um programa que calcule e escreva o valor do co-seno do ângulo A, dado em radianos, com precisão de 0,000001, usando a série:

$$\cos(A) = 1 - \frac{A^2}{2!} + \frac{A^4}{4!} - \frac{A^6}{6!} + \frac{A^8}{8!} - \frac{A^{10}}{10!} + K$$

Para obter a precisão desejada, adicionar apenas os termos cujo valor absoluto seja maior ou igual a 0,000001.

3)Numa certa loja de eletrodomésticos, cada vendedor de televisores recebe mensalmente, um salário mais uma comissão referente aos aparelhos vendidos por ele, por mês, obedecendo o quadro abaixo:

TIPO	NO. DE TELEVISORES VENDIDOS	COMISSÕES
a cores	maior ou igual a 10	14% do preço por TV
	menor do que 10	13% do preço por TV
preto e branco	maior ou igual a 20	13% do preço por TV
	menor do que 20	12% do preço por TV

Fazer um programa que leia o número de matrícula do vendedor, o número de televisores p&b e o número de coloridos vendidos e calcule e escreva o valor devido, relativo às comissões para os 30 vendedores da loja. Sabe-se que o preço de um tv colorido é \$372,99 e o de um p&b é \$184,99.

A explicação deste fato se deve às medidas cognitivas. Apesar do exercício 2 exigir uma solução menor em tamanho, ele exige do aluno algumas características mais desenvolvidas que o exercício 3. O exercício 2 exige do

aluno uma capacidade maior de analisar o problema (dividi-lo em subpartes e projetar soluções) que o exercício 3. Exige também uma capacidade maior para adaptar soluções já conhecidas para resolver o problema e um número maior de soluções conhecidas (catálogo de soluções). Estas características exigidas do aluno são características que pertencem ao estereótipo de um perito em programação.

Um conjunto de características do estereótipo de um perito em programação de computadores, apresentada na Tabela 5, foi identificado por Direne dentro do projeto PROTTEL (DIRENE et al., 1996), o qual ainda está em andamento. Pode-se, então, descrever as seguintes medidas usadas na comparação dos exercícios 2 e 3:

- a) Análise: mede o quanto o exercício exige que o aprendiz tenha a capacidade de decompor o problema em subpartes e projetar soluções integradas para cada uma.
- b) Reutilização de soluções: mede o quanto este exercício exige do aprendiz a capacidade de adaptar soluções já conhecidas para resolver novos problemas.
- c) Catálogo de soluções: mede o quanto o exercício exige que o aprendiz tenha um conjunto de soluções já conhecidas guardadas na memória.

TABELA 5 - CARACTERÍSTICAS DO ESTEREÓTIPO DE UM PROGRAMADOR PERITO

Características do estereótipo de um programador perito

precisão sintática

precisão semântica

identificação de estruturas principais no programa fonte (busca por palavra-chave)

projeção mental dos estados do computador durante a execução

catálogo de erros

mapear mentalmente as estruturas do programa

checagem de pré-condições

análise do problema

integração dos subproblemas

generalização da solução

reutilização de soluções já conhecidas

catálogo de soluções

Considerando que a carga cognitiva de um exercício de programação de computadores pode ser dada pela composição de algumas características do exercício, como tamanho da solução e número de estruturas de repetição e decisão usadas, e medidas cognitivas, tais como análise, reutilização de código e catálogo de soluções, pode-se explicar por que os alunos acharam que o exercício 2 é mais exigente que o 3. Isto ilustra a utilização de medidas cognitivas em outro domínio do ensino de perícia, sendo que para isto é necessária a identificação de algumas características do estereótipo do perito.

RESUMO

Neste capítulo foi visto que as medidas cognitivas podem ser usadas de maneiras diferentes pelos diversos módulos de um ITS. O modelo Tutorial é o que as utiliza mais diretamente e os outros módulos as utilizam através do modelo tutorial. As medidas cognitivas têm um papel importante na autoria das táticas e estratégias tutoriais em um ITS, servindo para regular a intensidade das diversas sessões tutoriais de um curso. A representação de uma imagem com base nas medidas cognitivas apresenta uma pequena variação em relação ao valor cognitivo real desta imagem. Isto se dá pelo fato de que se conseguiu identificar apenas os componentes cognitivos principais, o que não nos garante certeza a respeito da ordem real entre duas imagens com carga cognitiva muito próxima. Apesar disto, pode-se ter certeza desta ordem quando a diferença entre as cargas cognitivas não for tão pequena.

Viu-se, também, que às vezes os especialistas podem ter divergências quanto ao diagnóstico, mas tendem a concordar com o fato de uma imagem ter uma determinada carga cognitiva. Pode haver, é claro, divergências a respeito da classificação cognitiva de uma imagem, mas esta divergência não será muito grande.

As medidas cognitivas podem ser utilizadas no ensino de outras classes de domínio. Isto foi ilustrado com a comparação da carga cognitiva de dois exercícios de programação, onde o exemplo que foi considerado mais fácil por um professor, o qual não considerou a sua carga cognitiva, foi considerado mais difícil pelos aprendizes, o que ilustra a utilização de medidas cognitivas em outro domínio do ensino de perícia.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho consistiu em encontrar e descrever medidas de relevância cognitiva para ordenar uma dada base de exemplos, de modo a permitir que o modelo tutorial de um ITS possa modificar fácil e apropriadamente a ordem de ensino de imagens. As medidas encontradas ajudam a quantificar o potencial que a imagem tem em exercitar o aprendiz em uma determinada capacidade que ele deve desenvolver para se tornar perito. Elas, também, medem e representam computacionalmente a carga cognitiva dessas imagens e minimizam os componentes subjetivos desta. Além disto estas medidas visam à individuação do ensino, isto é, permitem a aplicação da estratégia pedagógica que mais se adapte ao aprendiz e permitem mudanças para corrigir falhas do aluno.

Desenvolvemos, neste trabalho, ferramentas de *software* que possibilitam a utilização automatizada destas medidas pelo sistema RUI. Isto permitirá que tal sistema venha a ter no futuro a capacidade de sugerir ao aprendiz um próximo exemplo, adequado o suficiente para melhorar o tempo de aprendizado do aluno e mantê-lo em um estado motivacional alto.

6.1 CONTRIBUIÇÕES

A maior contribuição deste trabalho foi prover um modelo aplicado à autoria de um ITS no que diz respeito à parte estratégica do ensino, ligando o modelo tutorial de um ITS ao modelo de domínio. As medidas cognitivas tem um papel importante na autoria das táticas e estratégias tutoriais em um ITS, sendo utilizadas para regular a intensidade das diversas sessões tutoriais de um curso. Este modelo permite que as medidas cognitivas sejam usadas pelos diversos módulos de um ITS, servindo de comunicação entre eles.

Outra contribuição deste trabalho foi a extensão do sistema RUI, na autoria de um ITS. Esta extensão foi realizada através de uma ferramenta de autoria. Esta ferramenta, chamada Sequence, foi implementada como uma extensão do sistema RUI. A Sequence tem dois níveis principais, o de descrição cognitiva de imagens e o de edição de cursos

A Sequence permite orientação cognitiva para a autoria tanto de um conjunto de imagens que será apresentado ao aluno de uma forma mais interessante, o qual chamamos de curso, como para cada uma destas imagens. Para isto é possibilitada a manipulação de valores para número de imagens que compõem o curso, ordem de apresentação de cada imagem e sua carga cognitiva. É proposta também, uma extensão da interface de ensino do RUI para possibilitar a utilização da Sequence.

Outra extensão feita no sistema RUI foi a de seu modelo de domínio. Este modelo tratava apenas do conhecimento em si. A partir deste trabalho o modelo do domínio do sistema RUI é capaz de representar, armazenar e manipular metacognição sobre o conhecimento propriamente dito. Por exemplo, realizando ordenações, com base na carga cognitiva, de sua base de exemplos, e também, recuperação de exemplos, fazendo aproximações quando necessário, com base, também, em conhecimento cognitivo.

Para ilustrar a utilização destas medidas em um ITS para radiologia médica fizemos um estudo de caso, selecionando algumas imagens e adquirindo conhecimento cognitivo sobre elas através de um especialista no ensino de radiologia médica. Através deste estudo conseguimos analisar a relevância destas medidas na quantificação da carga cognitiva de cada imagem. Conseguimos, também, adquirir conhecimento sobre o comportamento destas medidas durante o ensino de radiologia.

Outro resultado importante oriundo deste estudo de caso foi que a aquisição destas imagens acarretou a extensão de uma das bases de

conhecimento do RUI, no caso a do MRI-Tutor. Aumentamos o tamanho desta base em vinte e duas imagens, além de termos despertado o interesse do Departamento de Radiologia da UFPR no aumento das outras bases existentes e na criação de novas.

6.2 TRABALHOS FUTUROS

Como trabalho futuro, propomos um estudo na área da interpretação tutorial de um ITS, ou seja, o projeto e implementação de um modelo tutorial para um ITS, tanto para a parte estratégica, longo prazo, como para a parte tática, curto prazo. Atualmente, na maioria dos ITSs, o conhecimento sobre como deve ser conduzido o ensino, do ponto de vista tático, é colocado pelo especialista, junto com o conhecimento do domínio. Do ponto de vista estratégico, o conhecimento tutorial é colocado intrinsecamente no sistema, por seu projetista. A construção de um modelo tutorial independente de domínio daria ao ITS maior possibilidade de controle do autor sobre a modelagem da sessão de ensino e, também, explicitaria a utilização das estratégias e táticas de ensino que serão usadas.

Derivada desta proposta temos uma outra que é a definição e implementação de uma interface de comunicação entre os modelos tutorial e do aprendiz de um ITS. A interseção entre os modelos do aprendiz e o tutorial é muito grande num ITS. Um modelo tutorial precisa das informações que o modelo do aprendiz obtém sobre o desempenho e, até mesmo, sobre o estado motivacional do aprendiz. Portanto, a definição desta comunicação vai ajudar na construção de ITS, facilitada provavelmente pela utilização de arquiteturas baseadas em multiagentes (OLIVEIRA e VICCARI, 1996).

Outro trabalho futuro, é a realização de um estudo mais aprofundado para a utilização de medidas cognitivas no ensino de programação de computadores. Estas medidas serão definidas com base em métricas dos problemas, mas principalmente com base nas características do estereótipo de um perito em programação. A identificação destas características pode ser realizada tanto através da observação dos peritos na hora de resolver problemas quanto na observação do processo de aprendizado de usuários.

ANEXO 1 - 1ª VERSÃO DO FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO COGNITIVA DE IMAGENS RADIOLÓGICAS

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLÓGICAS
Número da imagem: _____
Tipo de imagem: _____
Classe de anomalia: _____
Descrição da imagem: _____
<p>a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem na frente de atendimento de um hospital. Responda um valor em porcentagem: _____</p>
<p>b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características clinicamente relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes. Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente. ()1; ()2; ()3; ()4; ()5.</p>
<p>c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem). Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável. ()1; ()2; ()3; ()4; ()5.</p>
<p>d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz infera uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatómicos superpostos em um único plano. Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente. ()1; ()2; ()3; ()4; ()5.</p>
<p>e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos técnicos para diferenciar esta anomalia de uma outra com características muito próximas. Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente. ()1; ()2; ()3; ()4; ()5.</p>
<p>f) Correção de Justificativas: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos clinicamente relevantes para justificar o seu diagnóstico. Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente. ()1; ()2; ()3; ()4; ()5.</p>
<p>g) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico. Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente. ()1; ()2; ()3; ()4; ()5.</p>

ANEXO 2 - 2ª VERSÃO DO FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO COGNITIVA DE IMAGENS RADIOLÓGICAS

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLÓGICAS							
Número da imagem: _____							
Tipo de imagem: _____							
Classe de anomalia: _____							
Descrição da imagem: _____							
<p>a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia. Responda um valor em porcentagem: _____</p>							
<p>b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes. Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente. ()1; ()2; ()3; ()4; ()5.</p>							
<p>c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem). Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável. ()1; ()2; ()3; ()4; ()5.</p>							
<p>d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz inferira uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatômicos superpostos em um único plano. Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente. ()1; ()2; ()3; ()4; ()5.</p>							
<p>e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico. Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente. ()1; ()2; ()3; ()4; ()5.</p>							
<p>f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico. Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente. ()1; ()2; ()3; ()4; ()5.</p>							
<p>g) Teores cognitivos das características visuais. Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.</p>							
	bordo	calcificação	impregnação	nidus	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência							
confiabilidade							
frequência							

ANEXO 3 - IMAGENS COLETADAS PARA O ESTUDO DE CASO

IMAGEM TOMO01

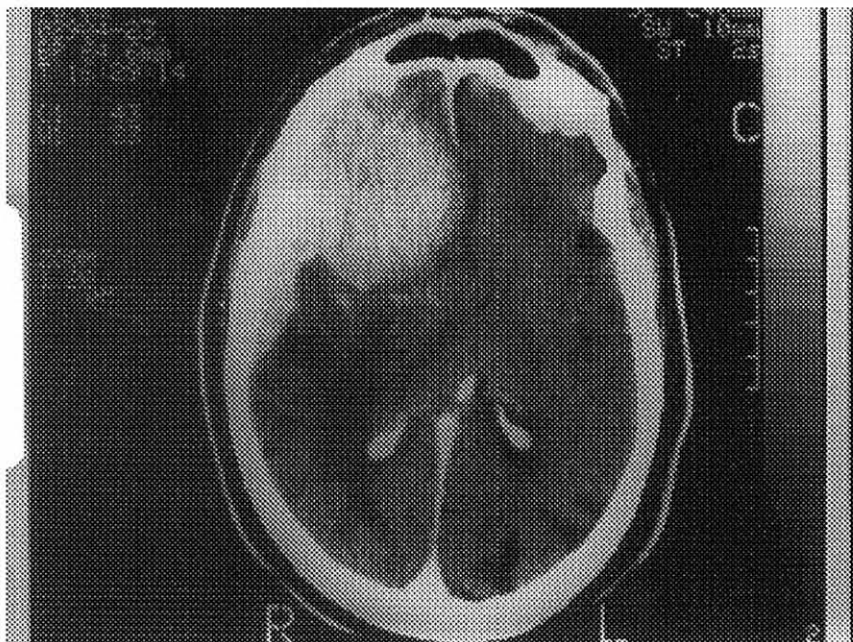


IMAGEM TOMO02

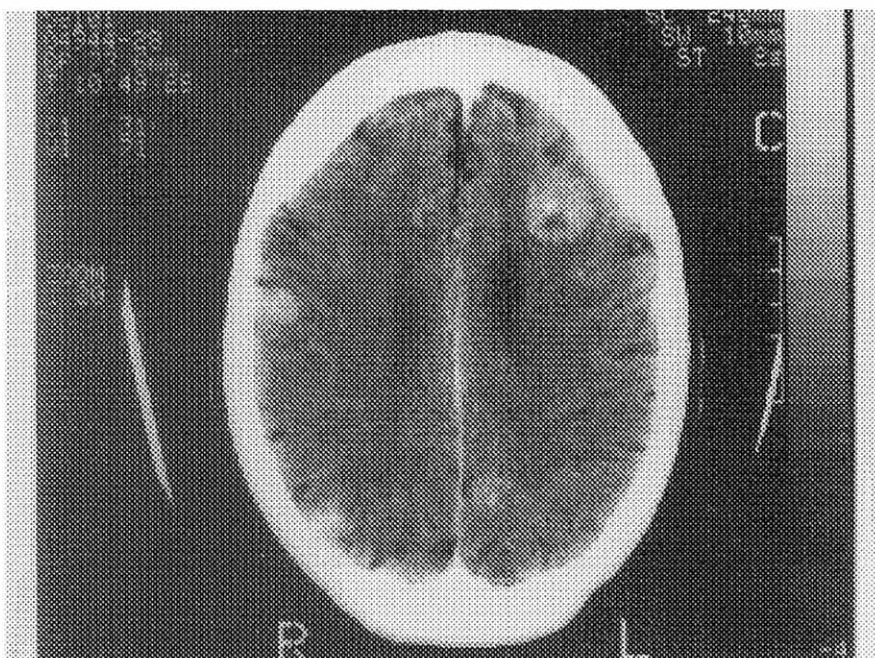


IMAGEM TOMO03

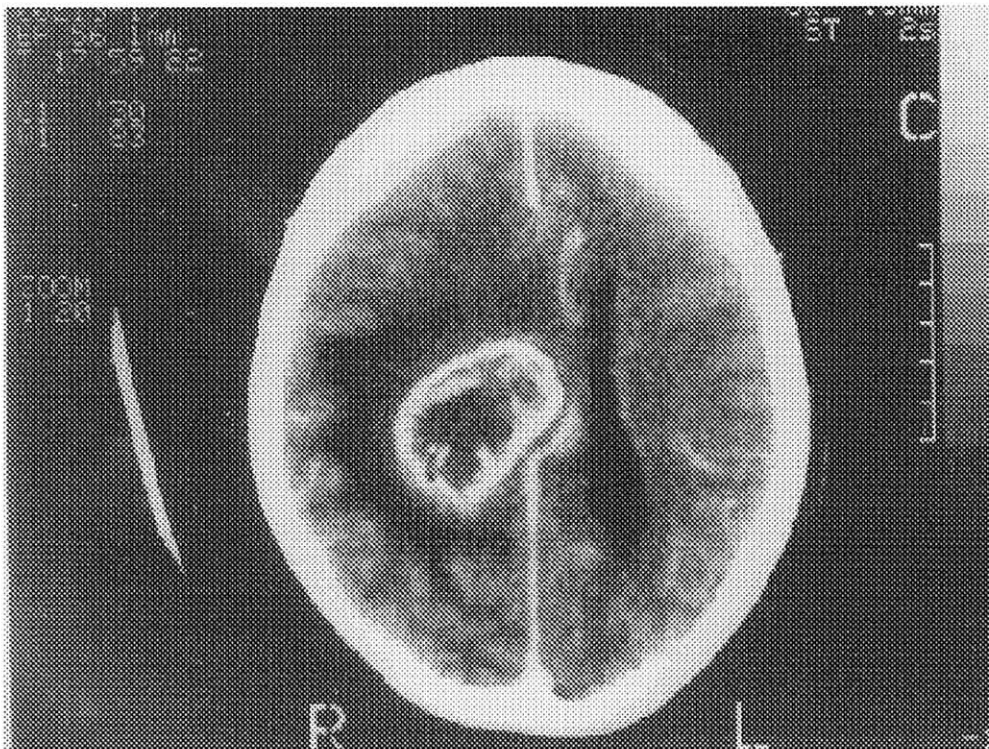


IMAGEM TOMO04

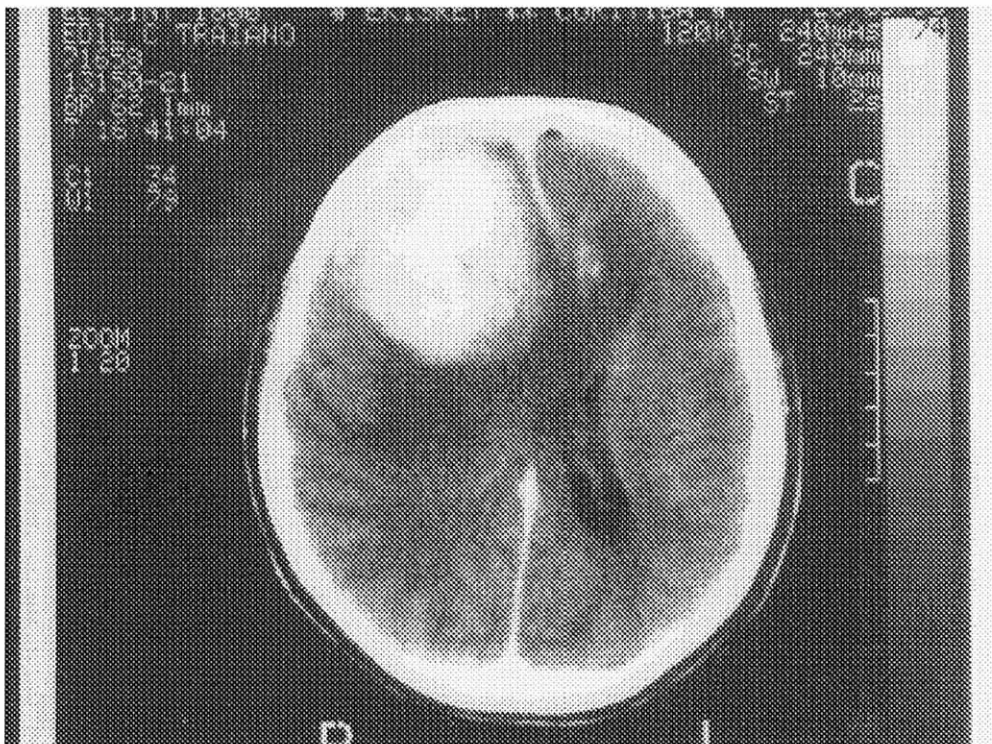


IMAGEM TOMO05

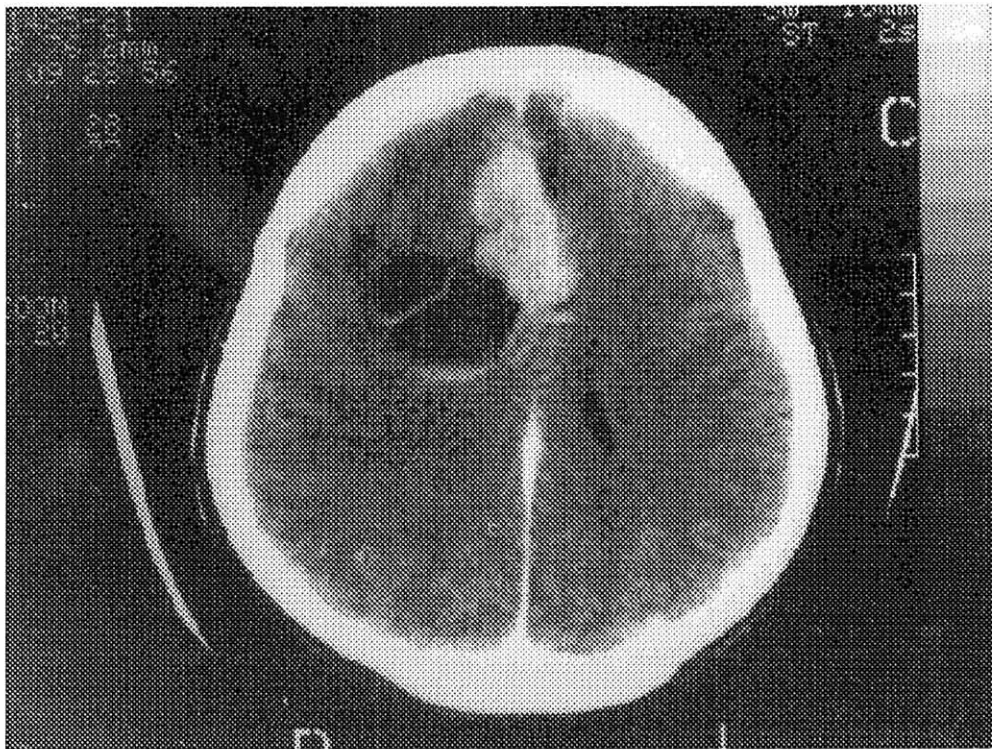


IMAGEM TOMO06

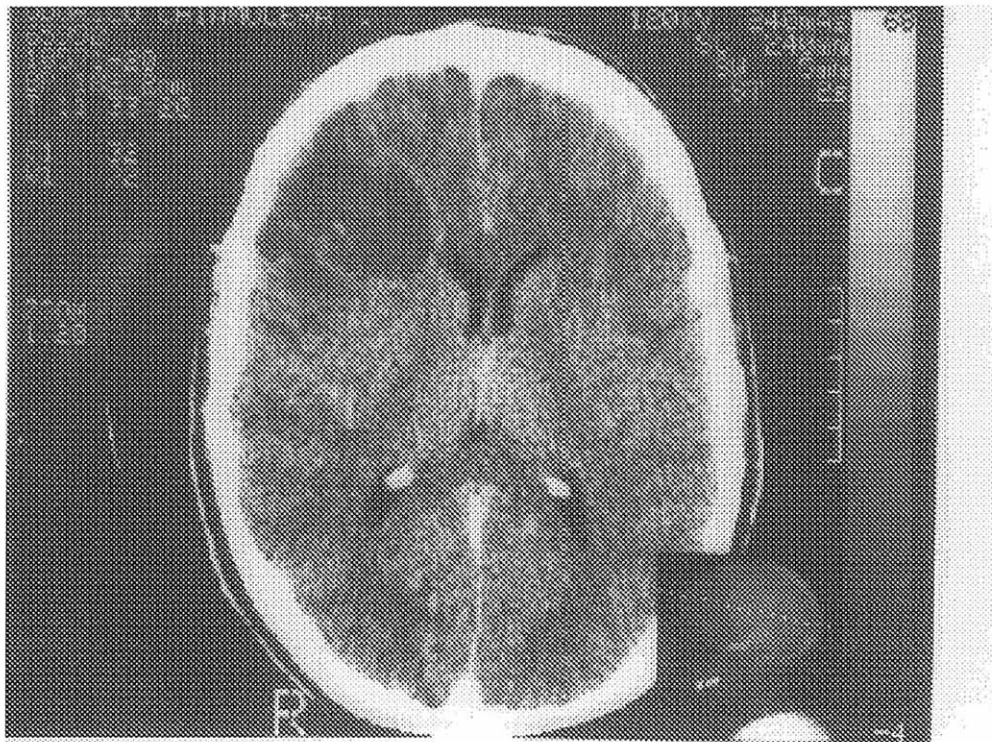


IMAGEM TOMO07

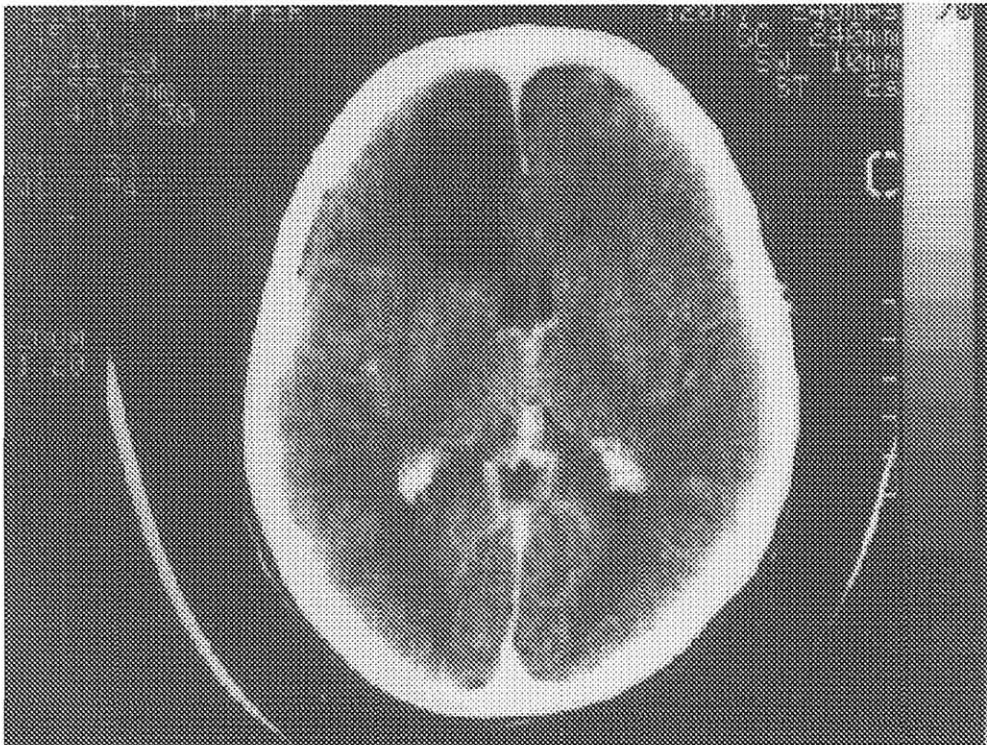


IMAGEM TOMO08

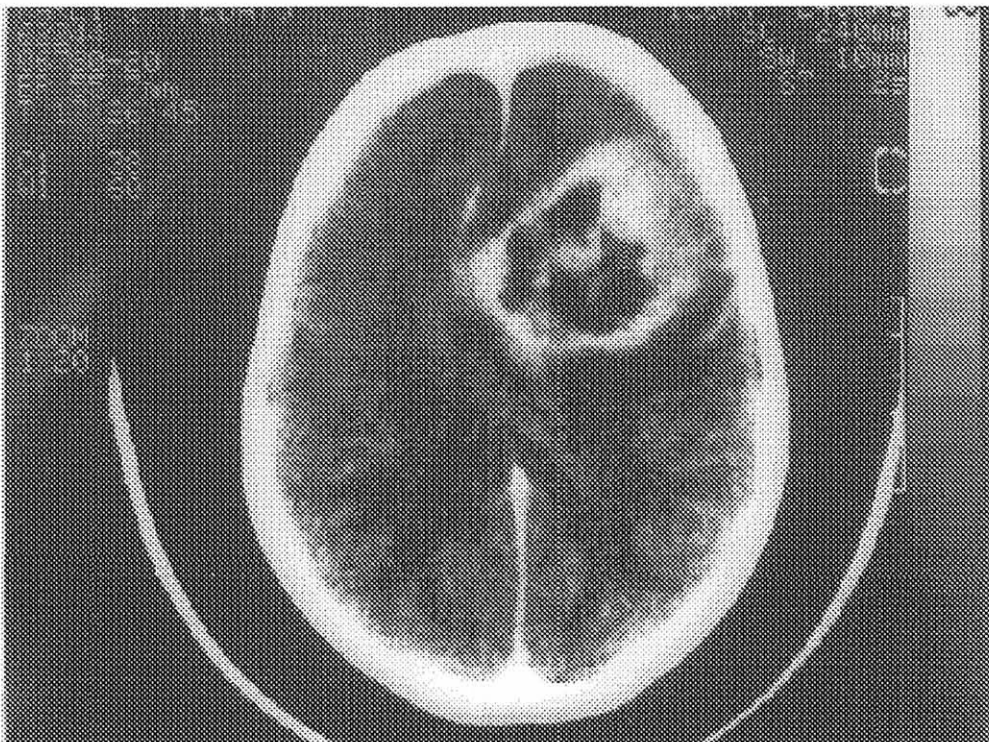


IMAGEM TOMO09

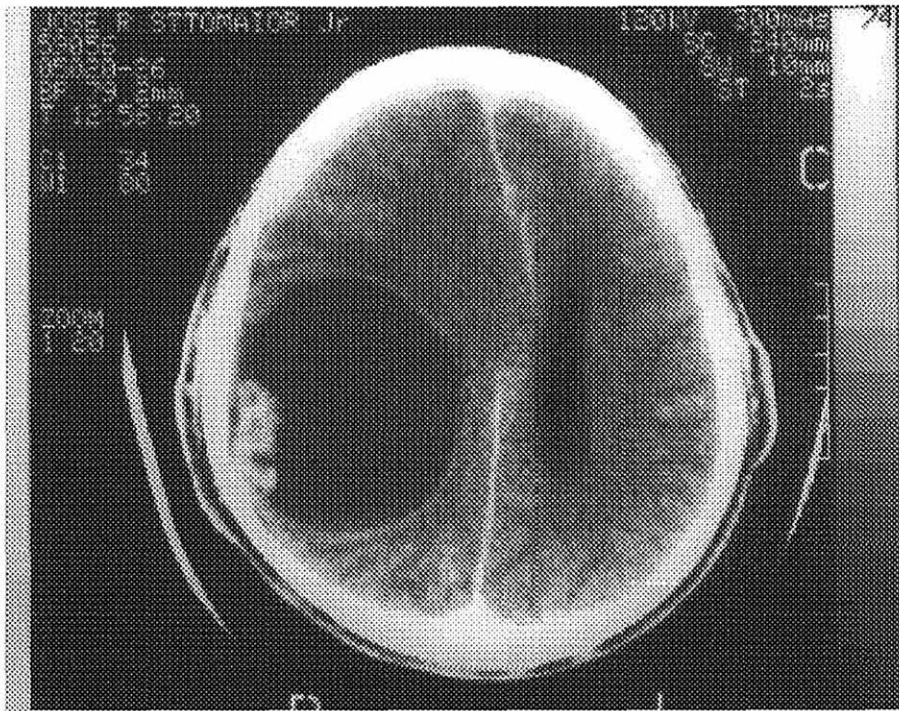


IMAGEM TOMO10

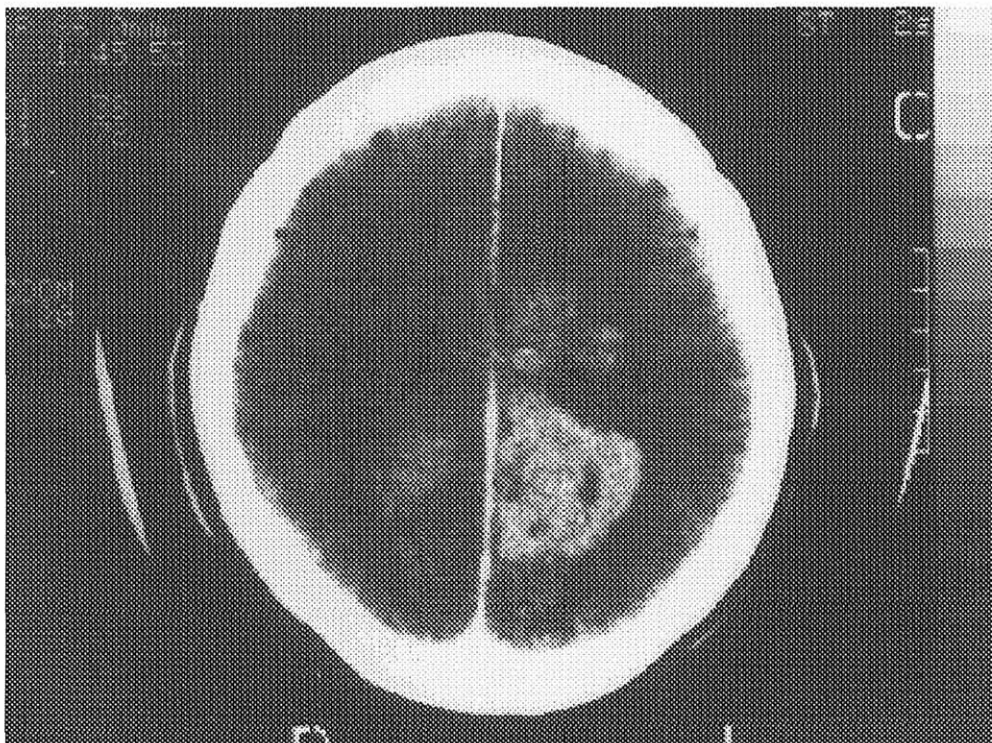


IMAGEM TOMO11

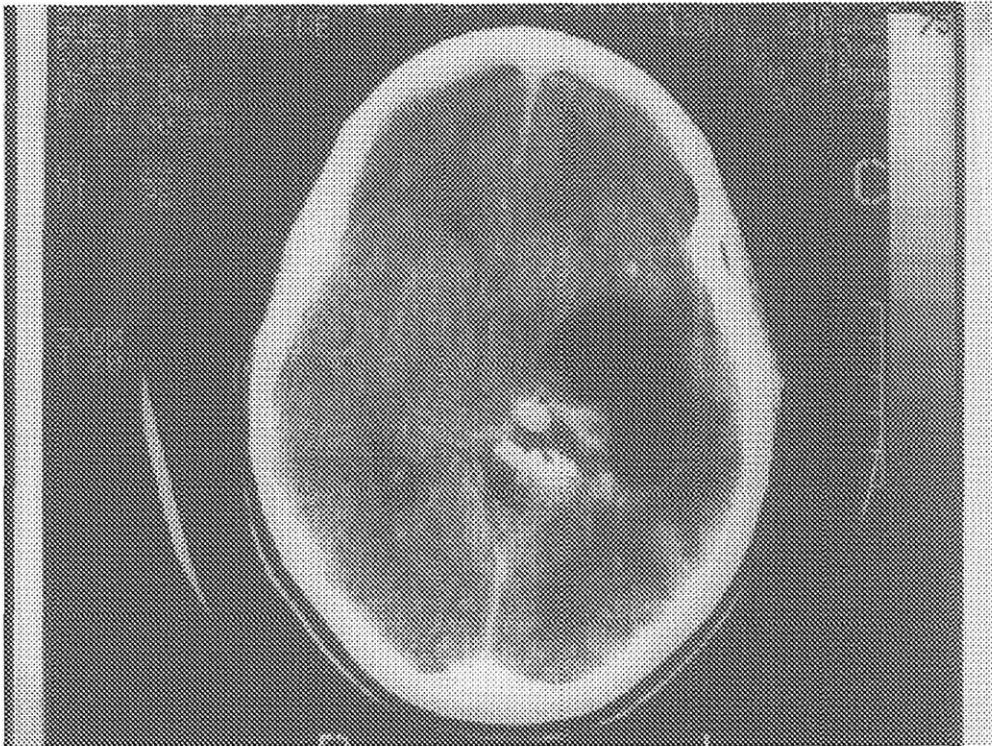


IMAGEM TOMO12

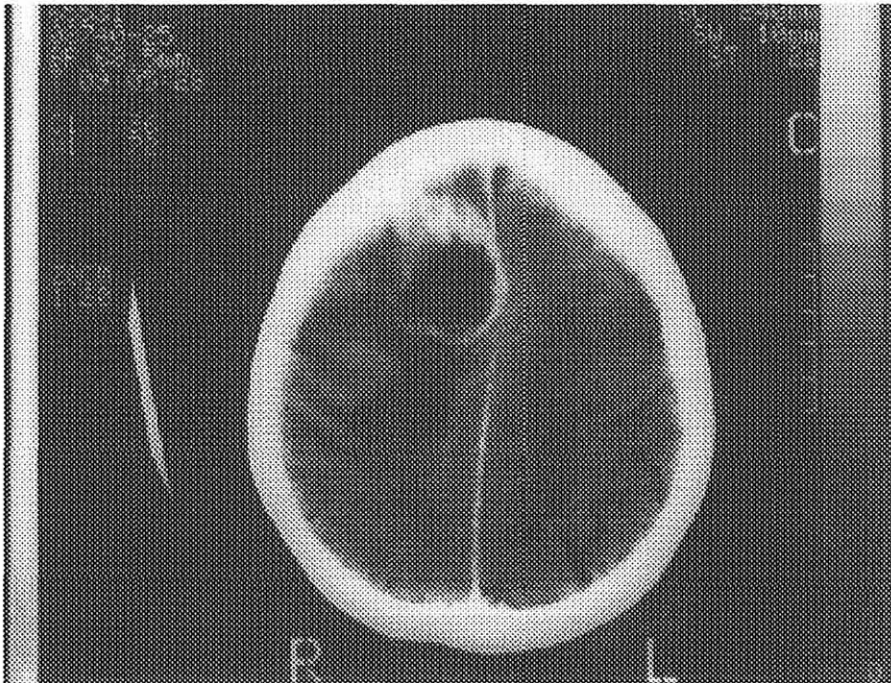


IMAGEM TOMO15

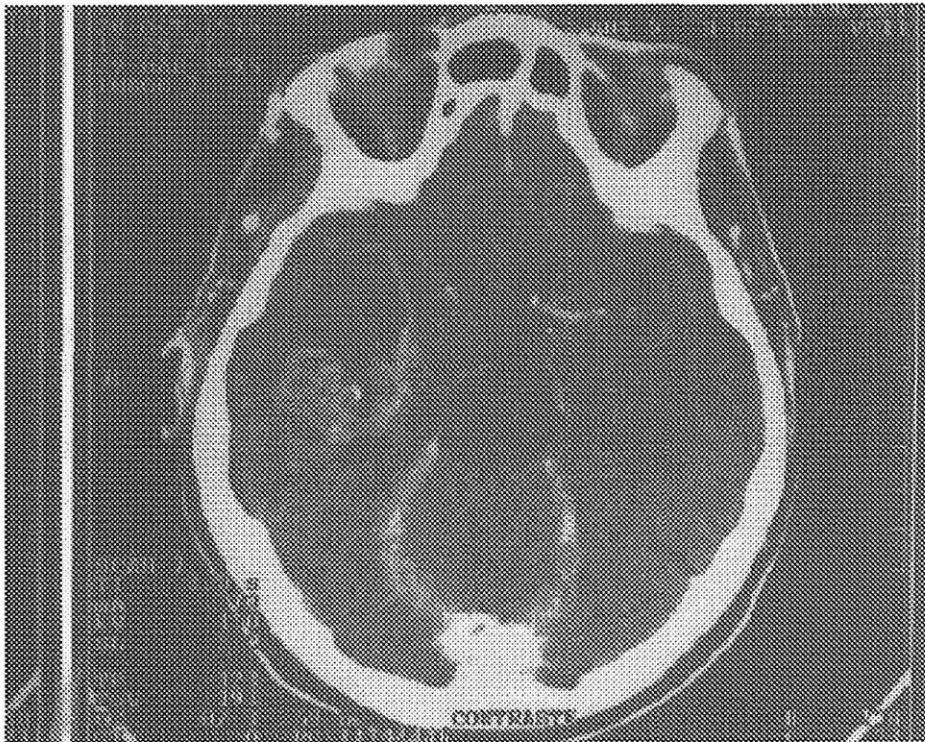


IMAGEM TOMO16

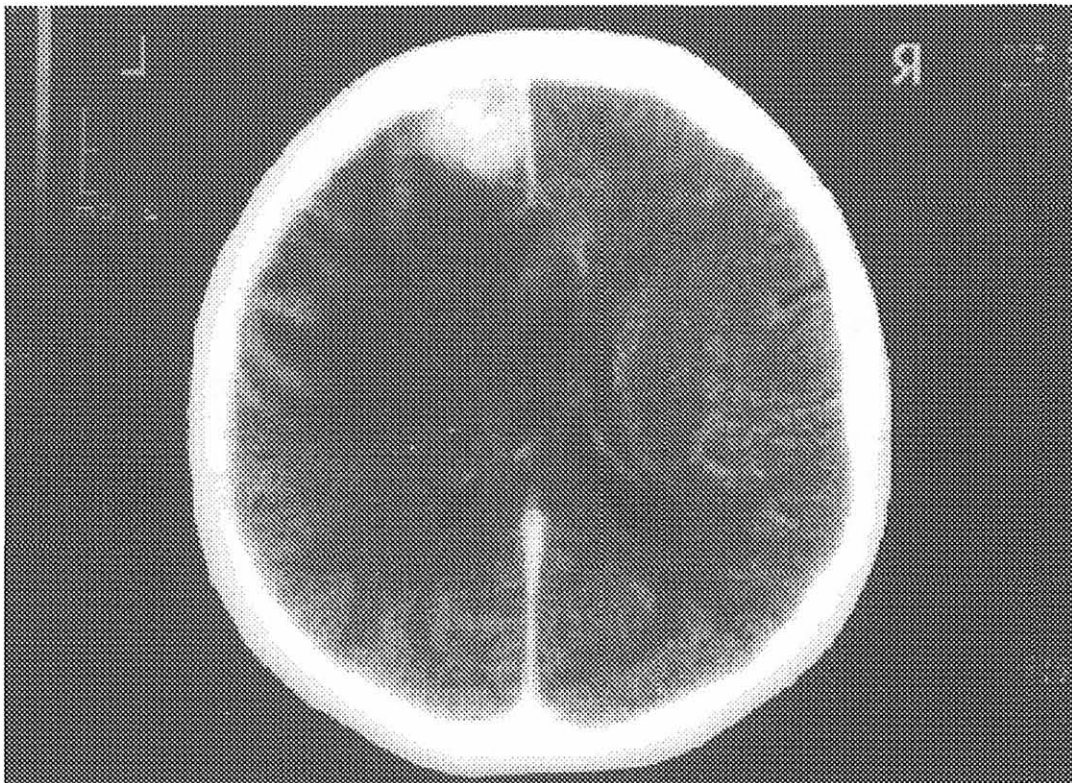


IMAGEM TOMO17

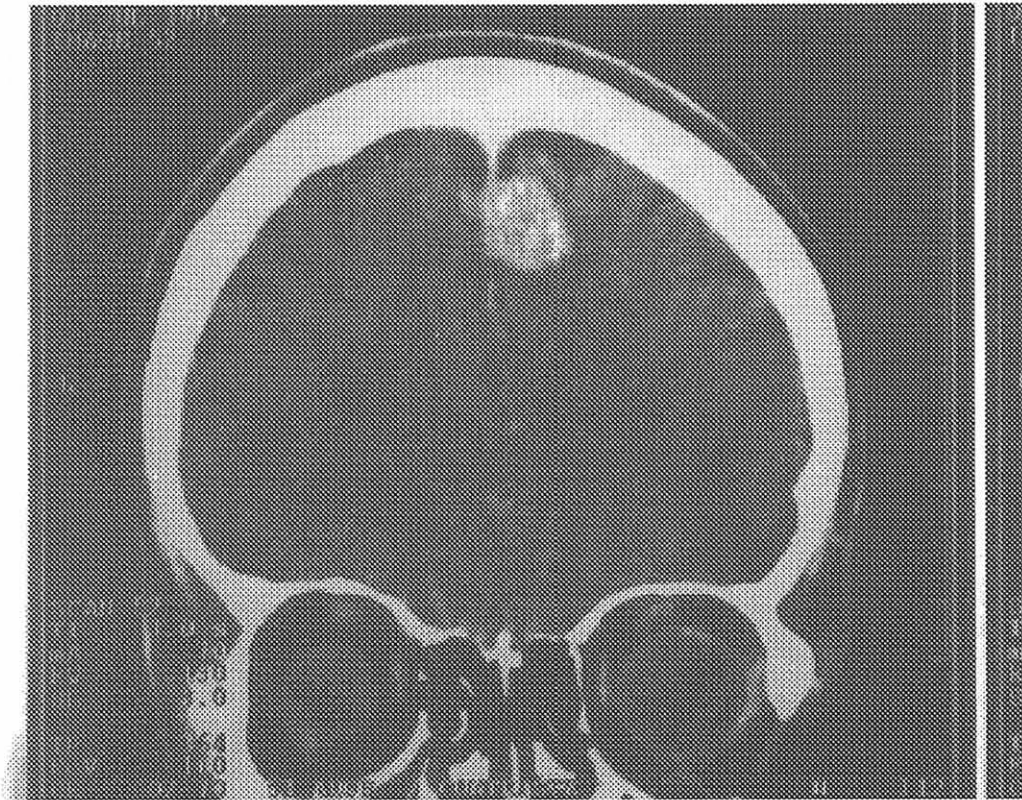


IMAGEM TOMO18

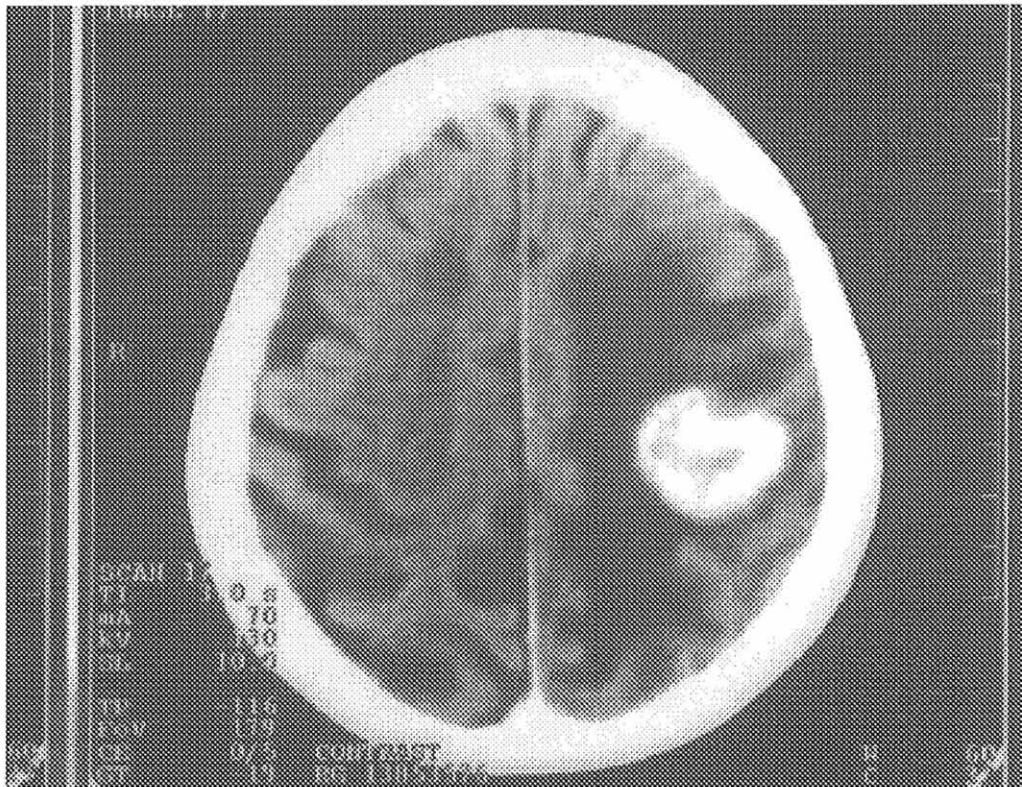


IMAGEM TOMO19

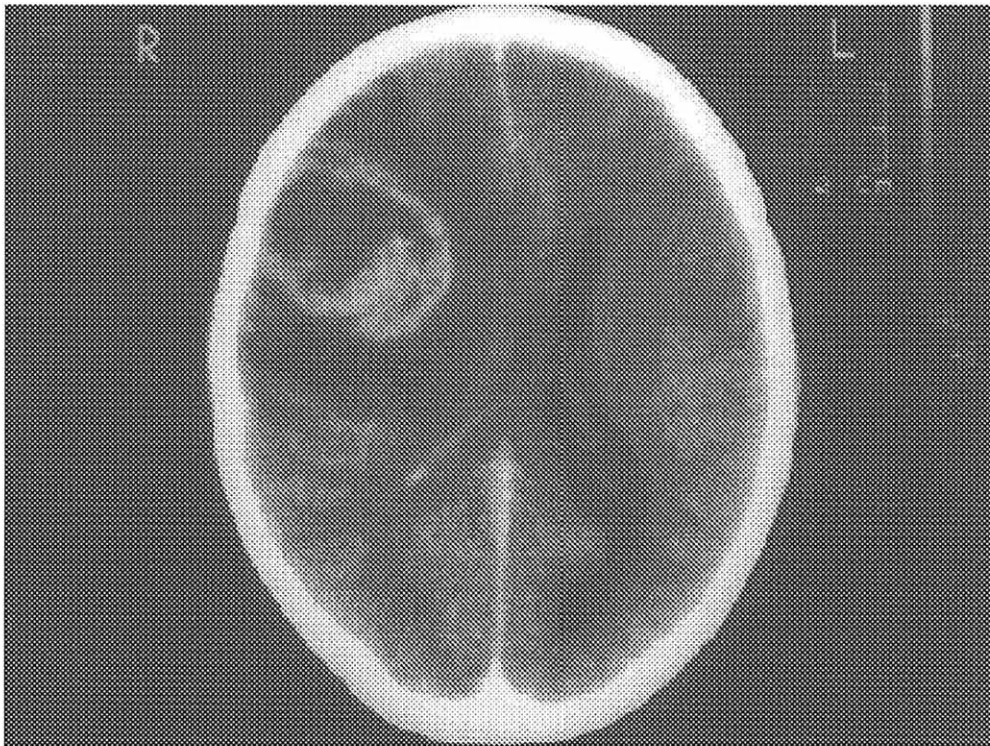
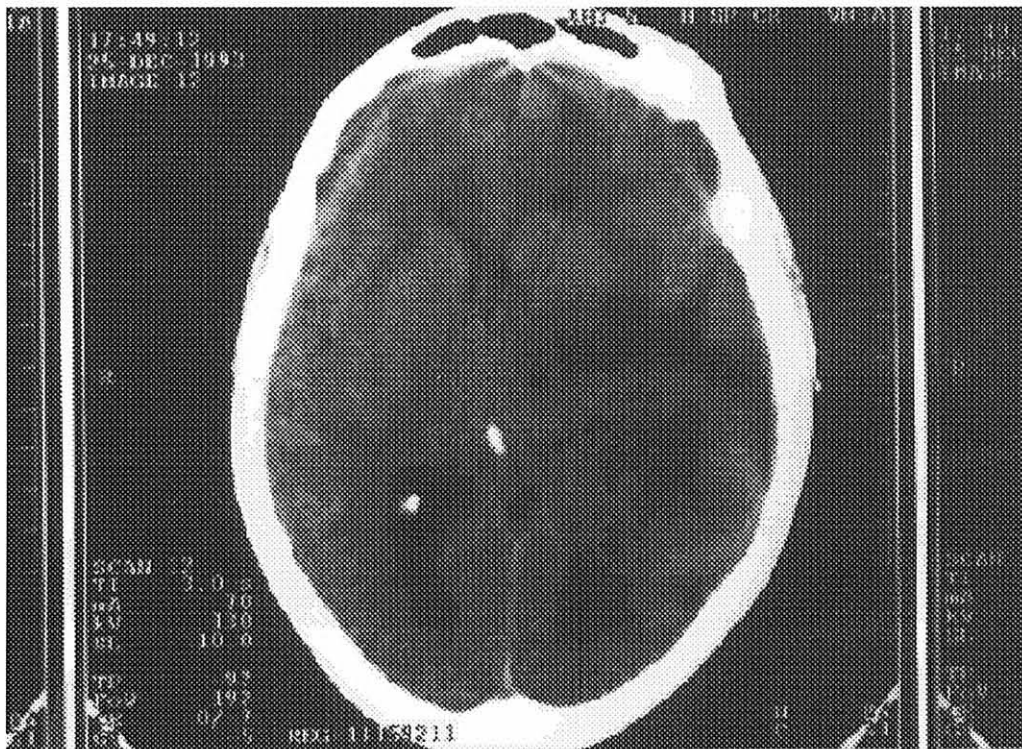


IMAGEM TOMO20



ANEXO 4- FORMULÁRIOS PREENCHIDOS PELO ESPECIALISTA

FORMULÁRIO PARA TOMO01

FORMULARIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLOGICAS

Número da imagem: TOMO01

Tipo de imagem: TC

Classe de anomalia: TUMOR - MENINGEOMA

Descrição da imagem: LESÃO DENSA HOMÓGENEA COM AMPLO CONTEÚO COM 4 DURA MATER FRONTAL D. 2,5 CM

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.
Responda um valor em porcentagem: 50%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.
Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.
() 1; () 2; () 3; (X) 4; () 5.

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).
Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.
() 1; () 2; () 3; () 4; (X) 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz inferira uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatômicos superpostos em um único plano.
Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.
() 1; () 2; () 3; (X) 4; () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.
Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.
() 1; () 2; () 3; (X) 4; () 5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.
Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.
() 1; () 2; (X) 3; () 4; () 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.
Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	neecrose	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	5	NA	5	NA	3	5	5
confiabilidade	5	NA	4	NA	4	5	5
frequência	4	NA	5	NA	3	4	4

margin *impregnação* *cont* *neecrose* *localização* *efeito expansivo* *Size*

FORMULÁRIO PARA TOMO02

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLOGICAS

Número da imagem: TOMO 02
 Tipo de imagem: TC
 Classe de anomalia: TOMO2 - MEM'S M&F
 Descrição da imagem: MÚLTIPLOS NÓDULOS DENSO E PERIFÉRICOS, COM
CAULCIFICAÇÃO

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 20%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; () 2; (~~3~~); () 4; () 5.

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; (~~2~~); () 3; () 4; () 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz inferira uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatómicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; (~~2~~); () 3; () 4; () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~); () 5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~); () 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	necrose	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	3	3	4	4	4	1	2
confiabilidade	2	3	4	4	4	1	4
freqüência	3	1	4	4	4	2	4

FORMULÁRIO PARA TOMO03

FORMULARIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLOGICAS

Número da imagem: TOMO 3
 Tipo de imagem: TC
 Classe de anomalia: TUMOR - GLOMA
 Descrição da imagem: LESÃO OVALADA COM IMPREGNAÇÃO PERIFÉRICA FORTISSIMA E CENTO HIPODENSO NA PORÇÃO MEDIAL PARIENTAL DETERMINADA COM HALLS DE "GLOMA"

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 60%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; () 2; (~~3~~); () 4; () 5.

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; () 2; (~~3~~); () 4; () 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz infera uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatómicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; (~~2~~); () 3; (~~4~~); () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; (~~5~~).

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~); () 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	^{necrose}	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	4	NA	4	5	3	3	4
confiabilidade	4	NA	4	5	4	5	4
frequência	2	NA	4	5	3	4	4

FORMULÁRIO PARA TOMO04

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLOGICAS

Número da imagem: TOMO4
 Tipo de imagem: T.C.
 Classe de anomalia: TUMOR - ~~MEMBRANA~~ GIBASTOM
 Descrição da imagem: LESÃO NODULAR HO MO OBTURA FRONTAL D. 2CM, ULTRA P. SPINDO LINHA MEDIA, COM CONTO COM OLF

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 20%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz infera uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatômicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	necrose	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	4	NA	4	NA	4	5	4
confiabilidade	4	NA	4	NA	4	5	4
frequência	2	NA	4	4	4	5	4

FORMULÁRIO PARA TOMO05

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLOGICAS

Número da imagem: TOMO 5
 Tipo de imagem: CT
 Classe de anomalia: TUMOR - GLIOMA
 Descrição da imagem: LESÃO HETEROGÊNEA EM UMA ÁREA, COM COMPONENTES CÍSTICO E SOLÍDO

a) **Frequência:** Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 30

b) **Saliência:** Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

c) **Confiabilidade:** Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

d) **Visão Tri-dimensional:** Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz infera uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatômicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

e) **Diagnóstico Diferencial:** Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

f) **Sinônimos Técnicos:** Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

g) **Teores cognitivos das características visuais.**

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	^{avuls} necrose	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	2	NA	4	4	3	4	4
confiabilidade	2	NA	4	4	3	5	3
frequência	4	NA	4	3	3	5	3

FORMULÁRIO PARA TOMO06

FORMULARIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLOGICAS

Número da imagem: TOMO06
 Tipo de imagem: CT
 Classe de anomalia: TUMOR - Glíoma
 Descrição da imagem: LESÃO HIPODENSA BEM DELINEADA COM IMPREGNAÇÃO PERIFÉRIA

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 40%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; (~~2~~) 2; () 3; () 4; () 5.

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; (~~2~~) 2; () 3; () 4; () 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz infera uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatómicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; (~~2~~) 2; () 3; () 4; () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~) 4; () 5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~) 4; () 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	necrose	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	3	NA	2	2	4	1	3
confiabilidade	2	NA	3	2	4	2	3
frequência	4	NA	4	4	4	2	4

FORMULÁRIO PARA TOMO07

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLOGICAS

Número da imagem: TOMO 7
 Tipo de imagem: CT
 Classe de anomalia: ruim qualidade
 Descrição da imagem: lesão hipodensa mal delimitada, expansiva, recanalizada
na veia

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 50%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; (~~2~~) 2; () 3; () 4; () 5.

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; (~~2~~) 2; () 3; () 4; () 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz inferira uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatómicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; (~~2~~) 2; () 3; () 4; () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~) 4; (~~5~~) 5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~) 4; (~~5~~) 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	necrose	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	2	NA	1	1	3	3	3
confiabilidade	2	NA	4	1	3	3	3
frequência	2	NA	4	2	4	3	4

FORMULÁRIO PARA TOMO08

FORMULARIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLOGICAS

Número da imagem: TOMO8
 Tipo de imagem: CT COM CONTRASTE
 Classe de anomalia: TUMOR - GIGANTIA
 Descrição da imagem: LESÃO EXPANSIVA INTRA AXIAL HETEROGÊNEA COM NECROSE CENTRAL

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 50%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~); (~~5~~).

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~); (~~5~~).

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz infera uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatômicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; (~~3~~); () 4; () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; (~~2~~); (~~3~~); () 4; () 5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; (~~3~~); () 4; () 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	^{necrose}	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	4	NA	4	5	4	4	4
confiabilidade	4	NA	4	4	4	4	4
frequência	3	NA	4	4	4	4	4

FORMULÁRIO PARA TOMO09

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLOGICAS

Número da imagem: TOMO 9
 Tipo de imagem: CT COM CONTRASTE
 Classe de anomalia: GLIOMA
 Descrição da imagem: LESÃO CÍSTICA COM NÓDULO MURTO PARIENTE
DE 10

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 2

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~); () 5.

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~); () 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz inferira uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatómicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; (~~2~~); () 3; () 4; () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; (~~5~~).

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; (~~5~~).

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	^{nódulo} necrose	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	4	NA	2	5	3	4	4
confiabilidade	4	NA	2	5	3	4	5
frequência	2	NA	3	3	3	4	3

FORMULÁRIO PARA TOMO10

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLOGICAS

Número da imagem: TOMO 10
 Tipo de imagem: CT COM CONTRASTE
 Classe de anomalia: TUMOR - GIGANTI
 Descrição da imagem: LESÃO COM FOLHOS MULTIFOCAS NAS CÉLULAS PARITUAIS -
OCUPANDO OS AMBOS HEMISFÉRIOS CEREBRAIS, COM IMPREGNAÇÃO DIFUSA
E HETEROGÊNEA.

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 20%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; (~~2~~) 2; () 3; () 4; () 5.

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

(~~1~~) 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz infera uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatómicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~) 4; (~~5~~) 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~) 4; (~~5~~) 5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; (~~5~~) 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	necrose	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	<u>1</u>	<u>NA</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>1</u>
confiabilidade	<u>1</u>	<u>NA</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>3</u>
frequência	<u>4</u>	<u>NA</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>3</u>

FORMULÁRIO PARA TOMO11

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLOGICAS

Número da imagem: TOMO11
 Tipo de imagem: TC COM CONTRASTE
 Classe de anomalia: TUMOR - GLIOMA
 Descrição da imagem: LES. HETEROGÊNA, SOLOS CÍSTICA, COM IM-
 PULSORES REMOVIDA MEXICAL

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 10%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; (~~2~~); () 3; () 4; () 5.

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; (~~2~~); () 3; () 4; () 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz infera uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatômicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~); () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~); () 5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~); () 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	necrose	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	1	NA	2	4	2	3	3
confiabilidade	2	NA	4	4	4	3	3
frequência	2	NA	4	2	2	3	3

FORMULÁRIO PARA TOMO12

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLOGICAS

Número da imagem: TOMO12
 Tipo de imagem: CT COM CONTRASTE
 Classe de anomalia: Nódulo - Glândula
 Descrição da imagem: LESÃO CIRCUNSCRITA FRONTO-TEMPORAL DIREITA
 COM BORDO IMPREGNADO ANTERIOR

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 50%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; () 2; () 3; () 4; (~~0~~) 5.

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticabilidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; () 2; () 3; () 4; (~~0~~) 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz inferira uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatómicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; (~~0~~) 2; () 3; () 4; () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; (~~0~~) 4; () 5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; (~~0~~) 3; () 4; () 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	^{nódulo} necrose	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	5	NA	4	4	3	3	3
confiabilidade	4	NA	4	4	3	4	3
frequência	4	NA	4	4	3	4	3

FORMULÁRIO PARA TOMO13

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLÓGICAS

Número da imagem: TOMO 13
 Tipo de imagem: CT
 Classe de anomalia: TUMOR - MENINGEOMA
 Descrição da imagem: LESÃO DENSA JUNTO À TÁBUA ÓSSEA FRONTAL
Dx: M

a) **Frequência:** Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 70%

b) **Saliência:** Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; () 2; () 3; () 4; (~~5~~).

c) **Confiabilidade:** Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; () 2; () 3; () 4; (~~5~~).

d) **Visão Tri-dimensional:** Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz inferira uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatômicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; (~~3~~); () 4; () 5.

e) **Diagnóstico Diferencial:** Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~); () 5.

f) **Sinônimos Técnicos:** Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; (~~3~~); () 4; () 5.

g) **Teores cognitivos das características visuais.**

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	necrose	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	5	2	4	NA	4	3	5
confiabilidade	5	2	4	NA	4	3	5
frequência	4	4	4	NA	4	3	4

FORMULÁRIO PARA TOMO14

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLÓGICAS

Número da imagem: 090 14
 Tipo de imagem: TC - SEM CONTRASTE
 Classe de anomalia: TUMOR
 Descrição da imagem: LESÃO SÓLIDA/SUPRA-SÓLIDA HETEROGÊNEA, COM IMPREGNAÇÃO PARIAL, CRATA AXIAL

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: < 10%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

1; () 2; () 3; () 4; () 5.

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; 2; () 3; () 4; () 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz infera uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatômicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; 4; () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; 4; () 5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; 4; () 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	nidus	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	2	N	4	3	3	2	3
confiabilidade	2	N	4	2	4	2	3
frequência	1	N	4	3	1	3	3

FORMULÁRIO PARA TOMO15

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLÓGICAS

Número da imagem: TOMO 15
 Tipo de imagem: CT com contraste
 Classe de anomalia: Cisto Buxto Mt
 Descrição da imagem: lesãoística neurosade temporal direita

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 40%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; () 2; (~~3~~); () 4; (~~5~~).

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; () 2; (~~3~~); (~~4~~); () 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz infera uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatómicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; (~~2~~); () 3; () 4; () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; (~~2~~); () 3; () 4; () 5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; (~~2~~); () 3; () 4; () 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	nidus	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	4	N	4	5	3	3	4
confiabilidade	4	N	4	4	3	3	4
frequência	2	N	5	4	3	4	4

FORMULÁRIO PARA TOMO16

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLÓGICAS

Número da imagem: TOMO 16
 Tipo de imagem: ~~MAMMOGRAMA~~ CT COM CONTRASTE
 Classe de anomalia: MEMBRANA
 Descrição da imagem: Nódulo superficial fraco, com
impregnação intensa e homogênea

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 20%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz inferira uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatómicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	nidus	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	4	N	4	5	2	4	3
confiabilidade	4	N	4	4	4	5	3
frequência	2	N	4	4	4	5	5

FORMULÁRIO PARA TOMO17

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLÓGICAS

Número da imagem: TOMO 17
 Tipo de imagem: CT coronal e axial
 Classe de anomalia: menigeoma
 Descrição da imagem: nodulo junto a face anterior a direita, para-safal

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 80%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz inferira uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatómicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	nidus	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	5	4	5	5	5	2	4
confiabilidade	5	2	5	5	5	2	4
frequência	5	4	5	5	3	3	2

FORMULÁRIO PARA TOMO18

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLÓGICAS

Número da imagem: J-18
 Tipo de imagem: CT COM CONTRASTE
 Classe de anomalia: MEMBRANA
 Descrição da imagem: NÓDULO GEM DE LÍMFA, COM IMPREGNAÇÃO
 INTENSA E HAUS DE CORONA, SUB-CORONAR

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 80%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; () 2; () 3; () 4; 5.

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; () 2; () 3; () 4; 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz inferira uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatômicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; 2; () 3; () 4; () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; 3; () 4; () 5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; 3; () 4; () 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	nidus	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	5	N	5	5	4	5	4
confiabilidade	5	N	5	5	5	5	4
frequência	5	N	5	5	5	4	4

FORMULÁRIO PARA TOMO19

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLÓGICAS

Número da imagem: T 19Tipo de imagem: CT COM CONTRASTEClasse de anomalia: GLIOMADescrição da imagem: LESÃO HETEROGÊNEA, USTRIL, FRONTAL DE BORDO COM DEMARCAÇÕES HETEROGÊNEAS

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 50%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz infera uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatômicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	nidus	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	3	N	4	5	3	5	4
confiabilidade	3	N	4	5	3	4	4
frequência	4	N	4	3	3	4	4

FORMULÁRIO PARA TOMO20

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLÓGICAS

Número da imagem: 120
 Tipo de imagem: TOMO SEM CONTRASTE
 Classe de anomalia: CRISTALINA
 Descrição da imagem: USO AEREO BONDYGA NECHORNOY TEMPIKEL
POSTERIOR ETL.

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 40%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~); () 5.

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~); () 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz inferira uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatômicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; (~~3~~); () 4; () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; (~~4~~); () 5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; (~~3~~); () 4; () 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	nidus	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	3	N	-	5	3	5	5
confiabilidade	3	N	-	5	3	5	5
freqüência	4	N	-	5	4	4	4

FORMULÁRIO PARA TOMO21

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLÓGICAS

Número da imagem: TOMO 21Tipo de imagem: CT COM CONTRASTEClasse de anomalia: MEMBRANOSADescrição da imagem: LESÃO JUNTO A FÓRICE, COM EXTENSA ANTÉ -
CESTRAL, HOMOGENEA

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 20%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuições de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (diagnosticidade da imagem).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz infera uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatómicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

() 1; () 2; () 3; () 4; () 5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	nidus	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	5	-	4	5	5	5	5
confiabilidade	5	-	4	5	5	5	4
frequência	4	-	4	4	4	4	3

FORMULÁRIO PARA TOMO22

FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS RADIOLÓGICAS

Número da imagem: T-22
 Tipo de imagem: CT COM CONTRASTE
 Classe de anomalia: MENINGIOMA
 Descrição da imagem: NÓDULO CILÍNDRICO COM IMPREGNAÇÃO
EMENEA E HEMORRÁGIAS

a) Frequência: Qual a frequência de aparecimento desta imagem no conjunto das imagens desta classe de anomalia.

Responda um valor em porcentagem: 80%

b) Saliência: Valor qualitativo resultante do somatório de contribuição de características relevantes para o diagnóstico principal desta imagem que estejam, de alguma forma, exageradamente aparentes.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente aparente.

()1; ()2; ()3; ()4; (5).

c) Confiabilidade: Com base em características altamente confiáveis de uma anomalia, dê um valor da resultante de confiabilidade que um especialista atribuiria para os sintomas como um todo (*diagnosticidade da imagem*).

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente confiável.

()1; ()2; ()3; ()4; (5).

d) Visão Tri-dimensional: Quanto esta imagem bidimensional exige que o aprendiz inferira uma terceira dimensão através da exibição de diversos componentes anatómicos superpostos em um único plano.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

()1; ()2; ()3; (4); ()5.

e) Diagnóstico Diferencial: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize conceitos relevantes para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

()1; ()2; ()3; (4); ()5.

f) Sinônimos Técnicos: Quanto esta imagem exige que o aprendiz utilize uma terminologia mais complexa para justificar o seu diagnóstico.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

()1; ()2; (3); ()4; ()5.

g) Teores cognitivos das características visuais.

Responda de 1 para muito pouco até 5 para extremamente.

	bordo	calcificação	impregnação	nodus	localização	efeito expansivo	tamanho
Saliência	5	5	5	5	4	1	2
confiabilidade	5	5	5	5	4	1	4
frequência	5	5	5	5	3	4	2

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBER, T. J.; MARSHALL, G.; BOARDMAN, J. T.. Tutorial - a philosophy and architecture for a rule-based frame system: RBFS. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, v. 1, n. 2, p. 67-62. 1988.

BARRETT, R.; RAMSAY, A.; SLOMAN, A.. *POP-11: a practical language for artificial intelligence*. Ellis Horwood. 1985.

CLARK, D. C.. Teaching concepts in the classroom: a set of prescription derived from experimental research. *Journal of Educational Psychology Monograph*. N. 62, p. 253-278. 1971.

CURY, D.. FLAMA: ferramentas e linguagem de autoria para a modelagem da aprendizagem. São José dos Campos: 1996. Tese (Doutorado em ciência da computação), Divisão de Pós-graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

DEL SOLDATO, T. and DU BOULAY, B.. Implementation of motivational tactics in tutoring systems. *Journal of Artificial Intelligence in Education*. V. 6, n. 4, p. 337-378. 1995.

DIRENE, A.I.. *Methodology and tools for designing concept tutoring systems*. Brighton: 1993. Doctor's thesis, School of Cognitive and Computing Sciences - Univ. of Sussex.

HOUTZ, J. C.; MOORE, J. W.; DAVIS, J. K.. effects of different types of positive and negative instances in learning "nondimensioned" concepts . *Journal of Educational Psychology*. N. 64, p. 206-211. 1973.

HOWARD, R. W.. *Concepts and schemata. an introduction*. Cassel Education. London, 1987.

KANAL, E. ; PERLIN, M.. Computer-based tutorial in mr imaging. *American Journal of Neuro-Radiology*. v. 13, p. 1527-1534, Nov/Dec, 1992.

KLAUSMEIER, H.; FELDMAN, K.. Effects of a definition and a varying number of examples and nonexamples on concept attainment. *Journal of educational Psychology*. N. 67, p. 174-178. 1975.

- LESGOLD, A.M.. Acquiring expertise. In ANDERSON, J.R.; KOSSLYN, S.M. (Eds.), *Tutorials in Learning and Memory: Essays in Honor of Gordon Bower*. W.H. Freeman. 1984
- LESGOLD, A.M et al. Expertise in a complex skill: diagnosing x-ray pictures. In CHI, M.; GLASER, R.; FARR, M.(Eds.), *The Nature of Expertise*, L. Earlbaum. 1989
- MAJOR, N.; REICHGELT, H.. Using COCA to build an intelligent tutoring system in simple algebra. In *Intelligent Tutoring Media*. V. 2, n. 3/4, p. 159-169. 1991.
- MARKLE, S. M.; TIEMANN, P. W.. *Really understanding concepts*. Stipes. Champaign, Ill. 1969.
- MINSKY, M.. A framework for representing knowledge. In P. H. WINSTON (Ed.). *The Psychology of Computer Vision*, p 211-277. New York: McGraw-Hill. 1975.
- NICOLSON, .R I. SCALD - towards an intelligent authoring system. In SELF, J. (Ed.), *Artificial Intelligence and Human Learning*. Chapman and Hall computing. 1988.
- MURRAY, T.; WOOLF, B. Results of encoding knowledge with tutor construction tools. In *Proceedings of the Tenth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-92)*, p. 17-23. 1992.
- NUTTER, J. T.. Uncertainty and probability . *International Journal of Computer Aided Instruction*. V. 1. p 373- 379. 1887.
- OLIVEIRA, F. M.; VICCARI, R. M.. Are learning systems distributed or social systems. *European Conference on A. I. in Education* (accepted paper), Lisbon: 1996.
- O'SHEA, T. et al. Tools for creating intelligent computer tutors. In ELITHORN, A.; BARNEJI, R. (Eds.). *Human and Artificial Intelligence*., London: North-Holland 1984.
- RICH, E. Users are individuals: individualizing user models. *Int. J. Man-Machine Studies*. N. 18, p. 199-214. London: Academic Press, 1983.
- RICH, E.. Stereotypes and user modeling. In *User Models in Dialog Systems*. KOBASA, A.; WAHLSTER, W. (eds.). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1989.
- RICH, E.. *Inteligência artificial*. 2^aed.. McGraw-Hill, 1994.

ROSCH, E.; MERVIS, C. B.. Family resemblances: studies in the internal structures of categories. *Cognitive Psychology*, 7, p. 573-605. 1975.

ROTHEN, W.; TENNYSON, R. D.. Application of Bayes' Theory in Designing Computer-based Adaptative Instructional Strategies. *Educational Psychologist*, N. 12, p. 317-323. 1978.

SHARPLES, M. The radiology tutor: computer-based teaching of visual categorisation. In BIERMAN, D., BREUKER, J.; SANDBERG, J. (Eds.), *Artificial Intelligence and Education: Proceedings of the 4th International Conference on AI and Education*. IOS Press. 1989.

SHARPLES, M. Computer-based tutoring of visual concepts: from novice to expert. *Journal of Computer Assisted Learning*, N. 7, p 123-132. 1991.

SHARPLES, M.; DU BOULAY, B. Knowledge representation, teaching strategy and simplifying assumptions for a concept tutoring system. In *Proceedings of European Conference on Artificial Intelligence*, p 268-270. 1988.

SEIDEL, J. R.; PARK, O.; PEREZ, R. S.. Expertise of icai: development requirements. *Computers in Human Behavior*, V. 4, p. 235-256, 1988

SELFRIDGES, O.G. *Pandemonium: a paradigm for learning*. In *The Mechanization of Thought Processes*. London: H. M. Stationery Office, 1959

STONES, E.. *Psychopedagogy*. London: Methuen, 1979.

SWETT, H.A. Computers: power tool for imaging diagnosis. *Diagnostic Imaging International*, July/August, p 29-37. 1992.

TENNYSON, R.D.; PARK, O. The teaching of concepts: a review of the instructional design literature. In *Review of Educational Research*, V. 50, p 55-70. 1980.

TVERSKY, A.. Features of similarity. *Psychological Review*, N. 84, p 327-352. 1978.