

Autoria de Diretrizes Pedagógicas Destinadas ao Treinamento das Múltiplas Capacidades da Perícia em Conceitos Visuais Complexos

Ligia Flávia Antunes Batista¹, Alexandre Ibrahim Direne², José Tarcísio Pires Trindade³, Itana Maria de Souza Gimenes³, Omar Gemha Taha⁴

¹Departamento de Informática – Fundação Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Mandaguari
Caixa Postal 100 – 86.975-000 – Mandaguari – PR – Brasil

²Departamento de Informática – Centro Politécnico - Universidade Federal do Paraná (UFPR)
81.531-990 – Curitiba – PR - Brasil

³Departamento de Informática - Universidade Estadual de Maringá (UEM)
87020-900 - Maringá – PR - Brasil

⁴ Ultramed Londrina
86010-630 – Londrina – PR - Brasil

ligia@fafiman.br, alexd@inf.ufpr.br, {tarso,itana}@din.uem.br,
taha@radiology.com.br

Resumo. Até a presente data não houve quase nenhum esforço de pesquisa em aplicações de modelos pedagógicos para o ensino de conceitos visuais complexos no contexto de ambientes de autoria. Este artigo descreve como princípios cognitivos e computacionais podem ser aplicados na criação de modelos pedagógicos destinados ao ensino de longo prazo. Uma abordagem de um sistema de autoria orientado à radiologia médica, que considera uma influência importante do conhecimento de um especialista é apresentada. Esta abordagem inclui a noção de mapas de direcionamento pedagógico, os quais podem ser utilizados no desenvolvimento das capacidades apropriadas de um aprendiz, de acordo com o estágio de aquisição de conhecimento. Uma parte substancial dos elementos teóricos foi implementada em um protótipo de sistema de autoria denominado CHAPLIM.

Palavras-chave: Sistemas de autoria, modelos pedagógicos, ensino de radiologia médica.

Abstract. In the world of Authoring Systems research, the connection between pedagogic models and learner models has been largely ignored. Similarly, previous work has not accounted for visual concept tutoring based on the underlying pedagogic directives. This paper describes how cognitive and computational concepts can be applied to build pedagogic models for long-term tutorial interactions. An approach to the design of an authoring system for medical Radiology that shows an important influence of an expert's knowledge is showed. The approach includes the notion of pedagogic directive maps, which can be applied to develop appropriate learner abilities, according to the different stages of skill acquisition. A substantial part of the theoretical findings has been implemented in the CHAPLIM prototype authoring system.

Key words: Authoring systems, pedagogic models, medical radiology education.

1. Introdução

Os médicos especialistas em radiologia possuem como uma de suas principais habilidades a capacidade de reconhecimento de padrões visuais complexos. Esta competência é desenvolvida ao longo do exercício contínuo de sua atividade, desde a fase de aprendizado até que sejam atingidas as modalidades mais aprimoradas de diagnóstico durante a prática profissional. Além da radiologia, outras áreas do conhecimento exigem a aplicação de conceitos visuais complexos, entre elas a botânica, a geologia e a astronomia.

No que concerne ao treinamento de aprendizes nas áreas de radiologia, observa-se uma certa desorganização, no sentido da ausência de métodos estruturados de ensino, haja vista o caráter essencialmente prático das disciplinas que exigem a análise de informação visual complexa e especializada. Soma-se a este fator a dificuldade que os especialistas têm de externar o processo de diagnóstico para os aprendizes que estão em fase de aquisição de perícia.

Dedicado ao ensino complementar de diagnóstico médico por imagem, o ambiente RUI (*Representations for Understanding Images*) caracteriza-se por ser um sistema que permite a representação de conhecimento de alto nível abstrato sobre imagens [Direne 1997] que oferece uma ferramenta de autoria e também uma ferramenta de ensino. O ambiente RUI destaca-se por ser um arcabouço independente de domínio que permite a representação de conhecimento sobre conceitos visuais. Além disso, permite dois modos de interação com o estudante: ativo e passivo. No modo de interação passivo, o estudante pode visualizar um conjunto de imagens, filtrá-las e observá-las individualmente, de acordo com a especificação de determinados critérios sobre grandezas visuais, clínicas e biofísicas. Na interface ativa, o estudante interage com o tutor em um diálogo socrático, onde o sistema direciona as perguntas no sentido de cobrir as anormalidades do caso em questão.

De maneira mais detalhada, RUI é descrito como uma ferramenta computacional para gerenciar a complexidade do projeto de Sistemas Tutores Inteligentes, além de possuir um modelo genérico de interpretação de diálogos em domínios de conceitos fundamentalmente visuais [Direne 1997]. Todavia, até sua última versão, o ambiente RUI não incluía recursos para a definição de modelos de aprendizes com suas múltiplas faces de desenvolvimento da perícia. Esta limitação impedia que autores de curso pudessem criar instruções adaptadas às especificidades de um indivíduo em treinamento, o qual poderia requerer maior atenção no desenvolvimento de uma ou outra capacidade da perícia radiológica, dependendo de seu estágio de progresso da competência diagnóstica. Com a ultrapassagem desta fronteira do conhecimento [Direne e Scott 2001], o novo desafio passou a ser a adaptação do diálogo tutorial para ajudar a desenvolver cada competência do aprendiz.

Este trabalho cobre o primeiro passo dentro da ampla fronteira apresentada acima. O presente artigo tem como objetivo apresentar linguagem e ferramentas de autoria para a representação do direcionamento didático-pedagógico que estende substancialmente os recursos de autoria do ambiente RUI. Estas novas linguagens e ferramenta, junto com seus conceitos originais, possibilitam ao autor de curso a utilização de primitivas parametrizáveis na composição inicialmente gráfica de um mapa de direcionamento didático-pedagógico (MDDP). A partir deste mapa, utilizando-se uma linguagem de autoria de natureza textual, é permitida a criação de diretrizes de ensino capazes de conduzir o aprendiz durante uma sessão instrucional.

A seção 2 do texto aborda sistemas tutores inteligentes e sistemas de autoria. A seção 3 apresenta a linguagem e a ferramenta desenvolvidas no projeto de pesquisa do qual este artigo resultou. A seção 4 discute um exemplo de aplicação real e a seção 5 contém a conclusão e trabalhos futuros.

2. Sistemas Tutores Inteligentes e Sistemas de Autoria

Sistemas Tutores Inteligentes (STIs) são sistemas educacionais desenvolvidos com o intuito de proporcionar uma interação inteligente e dinâmica com o aluno, fundamentando-se em conceitos de Inteligência Artificial e Psicologia Cognitiva. A construção de STIs não é tarefa simples. Levando em conta esta dificuldade e o fato de que frequentemente pode ocorrer a necessidade de alterações no decorrer do desenvolvimento ou após o seu término, chegar-se-ia à conclusão de que projetar ou pesquisar sobre STIs não é tarefa compensadora. Com isso, considerando a complexidade, o tempo e o custo de produção, os sistemas de autoria apresentam-se como a alternativa ideal para a produção de STIs

em larga escala, satisfazendo a necessidade de ampliação e alteração do conteúdo e forma dos STIs com um índice de produtividade bastante superior.

Um sistema de autoria se constitui em uma ferramenta genérica, a qual permite a elaboração e alteração de STIs. Dessa forma, percebe-se a sua grande complexidade. Todavia, comparando os esforços exigidos para desenvolver um STI e um sistema de autoria com as vantagens oferecidas por cada um, chega-se novamente à conclusão de que o investimento na construção de sistemas de autoria proporciona diversos benefícios, tais como o aumento da produtividade e a facilidade de manutenção dos STIs desenvolvidos.

A respeito das estratégias pedagógicas, observando o comportamento de tutores humanos, nota-se que o estilo de ensino não é estático ao longo de vários anos, adaptando-se às características dos estudantes. Esta constatação comprova a importância da utilização de múltiplas estratégias de ensino, que por sua vez seriam seguidas conforme decisões de um instrutor tomadas com base em meta-estratégias [Murray 1998].

Dentre as ferramentas de autoria existentes, observa-se que diversas não tratam da questão da autoria dos modelos didático-pedagógicos. Isto acontece devido ao fato de que a representação do conhecimento pedagógico, juntamente com a informação do domínio são as mais trabalhosas tarefas na construção de STIs [Murray 1998].

Quanto aos sistemas de autoria que possibilitam a modelagem de aprendizes, destacam-se COCA, REDEEM, RIDES e Eon. O sistema COCA (*CO-operative Classroom Assistant*) usa uma representação baseada em regras onde o autor utiliza menus para especificar as condições e ações [Major and Ainsworth 1991]. As decisões são então posteriormente tomadas pelo STI no decorrer da sessão instrucional através de controles heurísticos definidos na fase de autoria [Quaquarini and Direne and Neto 2000].

REDEEM foi o sucessor do sistema COCA e possui um conjunto de estratégias pré-definidas, para garantir a usabilidade. O autor pode ajustar parâmetros para personalizá-las e selecionar condições de aplicabilidade para as ações de ensino [Major and Reichgelt 1997]. Esta funcionalidade de parametrização é denominada por Murray de meta-estratégias. A fim de facilitar o processo de autoria, tais parâmetros possuem valores padrão pré-definidos.

A ferramenta de autoria RIDES aplica-se à simulação de dispositivos e treino para utilização de equipamentos. É uma ferramenta de autoria de propósito muito pouco genérico e possui recursos limitados para a representação de múltiplas estratégias de ensino [Munro et al 1997].

Eon, por sua vez, é constituído de um conjunto de ferramentas para autoria do conteúdo, estratégia pedagógica, modelo do estudante e interface tutorial [Murray 1998]. A ferramenta de modelagem do ensino possui um editor de estratégias que permite a representação do conhecimento estratégico de forma gráfica através da construção de linhas de fluxo. Assim como no sistema REDEEM, as meta-estratégias são definidas no Eon através de parametrização e condições de aplicabilidade.

Em retrospectiva, podemos afirmar que nenhum destes sistemas aborda o problema de oferecer linguagens e ferramentas de autoria para o ensino de conceitos visuais complexos. Por si só, a cobertura de parte deste campo de pesquisa se constitui em uma contribuição original para o conhecimento da área. Em particular, nota-se que em termos didático-pedagógicos, os trabalhos correlacionados analisados não abordam a questão do processo de ensino restrito ao domínio de conceitos visuais complexos, principalmente no que tange ao ensino de aprendizes em radiologia médica. Neste sentido, esta proposta representa uma abordagem distinta das existentes na área de STIs e sistemas de autoria.

3. Abordagem solucionadora

A vertente de aplicação deste trabalho é direcionada para a radiologia médica, com o intuito de propor uma solução para abordagens didático-pedagógicas dirigidas à aquisição da perícia, que em qualquer área do conhecimento é obtida através da prática, geralmente desenvolvendo-se de forma lenta e progressiva.

A perspectiva adotada para solucionar a questão da abordagem pedagógica baseia-se em diretrizes e primitivas pedagógicas parametrizáveis. Estas primitivas representam ações simples que o tutor pode tomar com o intuito de guiar o aprendiz, ou estimular seu raciocínio durante o aprendizado. Entre as

primitivas podemos citar: falar, perguntar ou exibir uma imagem. No contexto deste trabalho, entende-se por diretrizes pedagógicas um conjunto de primitivas que serve como orientação para o tutor realizar uma sessão de treinamento com um aprendiz residente em radiologia.

Três das primitivas que fazem parte do conjunto deste trabalho originaram-se no ambiente RUI (descrito brevemente na seção 1). Elas foram utilizadas no nível conceitual de autoria do referido ambiente, tomando como base de aplicação a representação de partes anatômicas que devem ser estudadas durante a leitura das imagens radiológicas [Direne 1997].

A metodologia de trabalho seguida para desenvolver esta abordagem fundamentou-se principalmente em experiências empíricas através do acompanhamento de aulas de médicos residentes. Posteriormente foram realizadas várias entrevistas e discussões com o médico radiologista que forneceu as informações específicas do domínio imprescindíveis para a realização desta pesquisa. Ao ser questionado sobre a abordagem pedagógica, o especialista evidenciou a questão da impossibilidade de seguir uma seqüência rígida no ensino, enfatizando inclusive que deve haver uma seqüência heurística, baseada nas reações do aluno e no caso que está sendo estudado.

Concluiu-se, desta forma, que ao invés de simplesmente enumerar diretrizes pedagógicas compostas de um conjunto de primitivas, ou mesmo apresentá-las em uma configuração com seqüência determinada, a construção de MDDP representaria a sugestão de múltiplas alternativas de ação. A escolha da melhor atitude seria realizada considerando as possíveis reações do aluno, bem como as suas diferenças individuais de raciocínio.

Neste sentido, o conceito original MDDP aqui introduzido tem como principal objetivo sugerir diretrizes pedagógicas que possam ser utilizadas em diferentes contextos, de forma personalizada. Buscou-se representar, deste modo, o comportamento dinâmico do tutor humano, que possui uma capacidade de adaptação face às diversas situações que podem ocorrer, dependendo das reações dos estudantes. Esta característica comportamental do tutor pode ser demonstrada em diálogos extraídos de sessões de treinamento apresentadas em [Direne and Scott 2001].

3.1. Linguagem de autoria

A solução para a abordagem pedagógica ora apresentada fundamenta-se em uma linguagem de autoria constituída de componentes textuais e gráficos, que permite a definição de MDDPs. Estes mapas são representações diagramáticas compostas de primitivas pedagógicas cujo objetivo é servir de orientação para o tutor durante o ensino.

Durante o processo de levantamento das primitivas necessárias, verificou-se a demanda por aquelas que representassem estritamente aspectos radiográficos (além de radiológicos) e clínicos. Desta forma, o conjunto de primitivas deste artigo compõe-se, em parte, das que foram enumeradas durante a pesquisa de campo junto aos especialistas e, em parte, por outras que já faziam parte do ambiente RUI em sua versão anterior. A linguagem de autoria permite que estas primitivas sejam parametrizáveis.

As primitivas existentes no ambiente RUI abrangem aspectos radiológicos, uma vez que os parâmetros para elas definidos estão inseridos no contexto da radiologia médica. Nesta proposta, faz-se uma extensão substancial da versão anterior do ambiente RUI em que o acréscimo de detalhes concentrou-se em aspectos radiográficos, os quais consideram particularidades próprias da aquisição e ajustes das imagens. Isto foi particularmente útil quando os métodos genéricos criados neste projeto de pesquisa foram utilizados em uma aplicação específica na área de ultrasonografia.

O ultrassom é um tipo de exame realizado pelo próprio médico, ao contrário de outros, como o raio-X, que geralmente são realizados por técnicos em radiologia (radiografistas) e posteriormente analisados pelo médico especialista (radiologista). Devido a este motivo, faz parte da aquisição da perícia radiológica a formação da imagem, que torna-se, segundo o especialista consultado, humano-dependente, pois o método de aquisição é dinâmico, sendo que os ajustes são influenciados pelo médico, pelo paciente e pelo equipamento utilizado.

As primitivas que compõem esta ferramenta são as seguintes:

- TELL: Relaciona-se à ação didática de explicar algo ao aluno, por meio de uma afirmativa;

- ASK: Está relacionada à ação didática de questionar textualmente o aluno sobre uma característica visual, biofísica ou clínica;
- GRAP_LOC: Refere-se ao localizador gráfico que aponta graficamente para a característica visual da imagem carregada;
- APRESENTAR_IMAGEM: Indica que uma imagem deve ser exibida para o aprendiz analisar;
- APRESENTAR_EXEMPLAR_DA_MESMA_CLASSE: Sua função pedagógica é apresentar um exemplar da classe de anormalidade que é a mesma do exemplar sendo analisado para que o aprendiz possa comparar características visíveis em cada uma das imagens;
- APRESENTAR_EXEMPLAR_DE_OUTRA_CLASSE: Tem como função pedagógica apresentar um exemplar da classe de anormalidade distinta daquela que estiver sendo analisada para que o aprendiz possa identificar características visíveis em apenas uma das imagens. Esta nova imagem a ser apresentada refere-se a um exemplar facilmente confundível com o atual;
- ADQUIRIR_E_FORMAR_IMAGEM: Tem como objetivo despertar a atenção do aluno para a importância de detalhes relacionados à aquisição e formação da imagem (e.g., ultrasonográfica), pois especifica ajustes no aparelho e modo de realização radiográfica do exame;
- AJUSTAR_IMAGEM: Está relacionada com uma melhor visualização da imagem ultrasonográfica e conseqüentemente uma melhor leitura da imagem;
- EXPLICAR_NOVO_EXEMPLAR: Esta primitiva tem a mesma função didática da primitiva TELL, exceto pelo fato de que a explicação exibida refere-se ao exemplar recém mostrado ao aprendiz, pelas primitivas APRESENTAR_EXEMPLAR_DE_OUTRA_CLASSE e APRESENTAR_EXEMPLAR_DA_MESMA_CLASSE.

A definição deste conjunto de primitivas observou o que existe representado no ambiente RUI e que outros aspectos deveriam ser abordados para contribuir em termos do aperfeiçoamento pedagógico do tutor considerando o domínio de exames radiológicos de ultrasonografia. Cada uma destas primitivas possui parâmetros que devem ser especificados pelo usuário da ferramenta de autoria (autor).

Quanto à estrutura do MDDP, esta é representada por um grafo orientado (vide Figura 4). Os nodos podem ser primitivas ou quadro de opções e um deles deve ser definido como inicial. Os quadros, com função de nodos compostos, agrupam um conjunto de primitivas pedagógicas com propósitos semelhantes. Nem todas as primitivas de um quadro precisam ser executadas durante uma sessão de ensino. Caso o aprendiz ofereça uma resposta completa e satisfatória, pode-se deixar o quadro ativando apenas uma primitiva, prosseguindo em outro nodo do MDDP.

A função pedagógica dos quadros de opções está relacionada às diversas possibilidades de ação que um tutor dispõe enquanto o aprendiz não progride no entendimento do aspecto da imagem que estiver sendo discutida. Isto ocorre em situações reais de ensino quando um tutor não tem sucesso ao tentar explicar alguma questão sob um determinado enfoque. Neste caso o educador se vê obrigado a abordar o assunto sob outro ponto de vista com o intuito de induzir o aluno a uma forma de inferência diferente que possa levá-lo a compreender o que está sendo ensinado.

Os elementos de conexão entre os nós são os arcos, os quais indicam os caminhos sugeridos pelo MDDP. Em alguns pontos dos mapas, há mais de um caminho a seguir. Utilizou-se duas categorias de arcos que referem-se à forma de reação do tutor face ao comportamento do aprendiz, sendo um estilo de reação considerado normal e outro que descreve uma atitude mais diretiva. As ações mais diretivas (para casos em que o aluno está respondendo de forma muito vaga) são ilustradas com setas pontilhadas fortes.

3.2. Ferramenta desenvolvida

A ferramenta desenvolvida, CHAPLIM (Componentes de Habilidades em uma Abordagem Pedagógica para Leitura e Inspeção de iMagens), visa proporcionar ao autor a criação de MDDP para o domínio da Radiologia médica a partir da utilização das primitivas (existentes no RUI e propostas neste trabalho). Para a sua construção, utilizou-se a linguagem de programação Java.

Sua arquitetura funcional, apresentada na Figura 1, compõe-se do editor gráfico de MDDPs, editor de parâmetros, gerenciador de objetos e gerador da linguagem de representação interna. Além destes módulos a ferramenta possui funções de persistência, visualização do mapa com controle de zoom e de exemplos de mapas desenvolvidos juntamente com o especialista.

O editor gráfico, apresentado na Figura 2, possibilita a criação dos MDDP através da utilização de formas geométricas representativas de: primitivas, quadros de opções e arcos conectores.

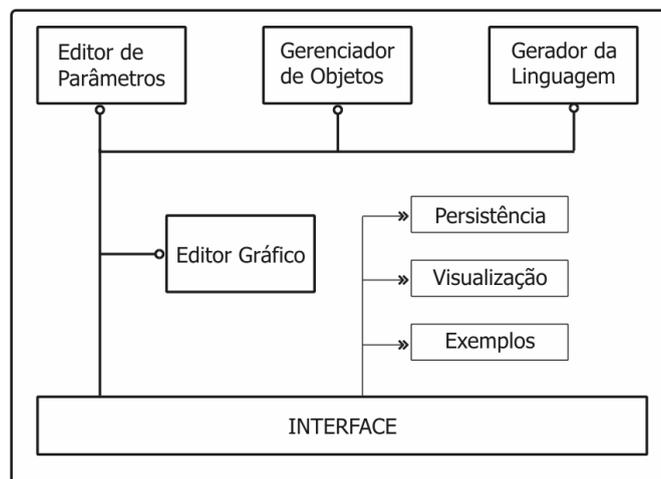


Figura 1. Arquitetura da ferramenta CHAPLIM

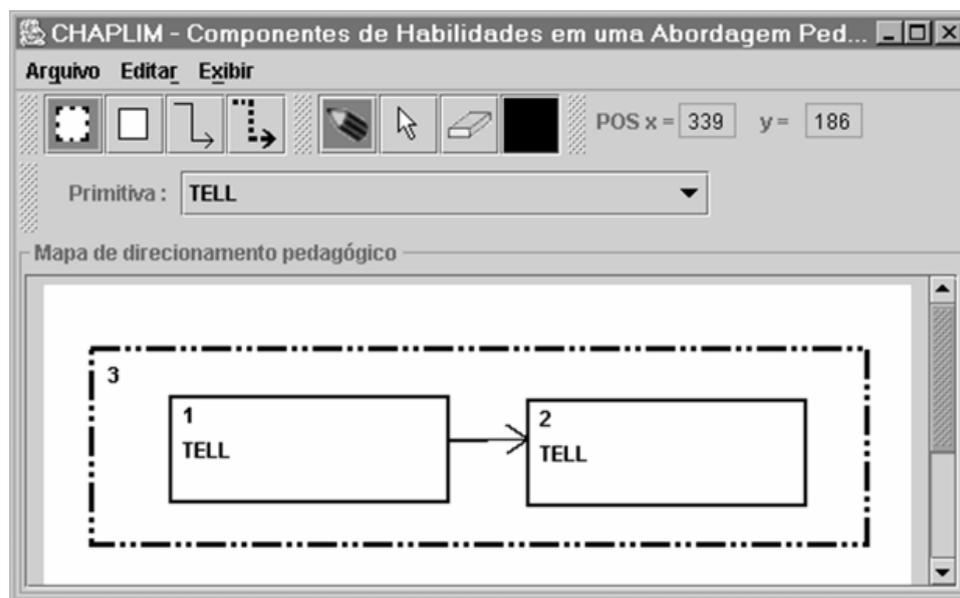


Figura 2. Tela do editor gráfico

O gerenciador de objetos permite uma visão geral de todos os objetos que compõem o MDDP: quadros de opções, primitivas e arcos. Os objetos apresentam-se agrupados por categoria de modo hierárquico e para cada tipo é possível visualizar suas propriedades.

A edição de parâmetros se dá para cada nodo que representa uma primitiva. Desta forma, conforme seleciona-se uma determinada primitiva na hierarquia de visualização do MDDP os parâmetros correspondentes a ela são exibidos e os valores atuais (caso tiverem sido preenchidos previamente) são carregados.

A representação interna é gerada a partir de uma linguagem de descrição dos objetos inseridos com a ferramenta do editor gráfico e os valores dos respectivos parâmetros. A linguagem segue, portanto,

uma estrutura que especifica, para o mapa criado, o conjunto de primitivas, o conjunto de quadros, o conjunto de primitivas contidas em cada quadro, as regras de navegação que indicam como os arcos conectam primitivas e quadros, a listagem genérica das primitivas e parâmetros, a especificação da primitiva pedagógica associada a cada objeto gráfico primitiva, bem como o valor de seus parâmetros.

4. Exemplos de Aplicação

Para ilustrar a utilização da ferramenta, foi criado um MDDP para uma imagem ultrasonográfica, selecionada pelo radiologista. É possível perceber uma divisão lógica que segue as informações coletadas junto ao radiologista e organiza o MDDP nas etapas de aquisição da imagem, ajustes de visualização e análise ou documentação.

A imagem da Figura 3 ilustra um caso em que é necessária a capacidade de perícia seleção de características discriminatórias, pois num primeiro momento suspeita-se de duas classes de anormalidades: cisto endometriótico (lesão benigna) e carcinoma de ovário (lesão maligna). Entretanto, após a ampliação da imagem, pode-se notar uma irregularidade na parede, fato que indica o diagnóstico como carcinoma de ovário (lesão maligna). Neste caso, portanto, a característica da parede (irregular) é discriminatória. A irregularidade parietal é também denominada de vegetação ou formação sólida parietal fixa hiper-refringente, na terminologia médica.

A Figura 3 tem o seguinte laudo radiológico: “massa complexa volumosa de contornos irregulares, paredes finas, complexa, com áreas císticas de conteúdo fluido denso, isoecogênica, área cística menor de conteúdo anecóide e área sólida de pequenas dimensões em região anexial”.



Figura 3. Massa anexial complexa

O MDDP proposto para imagens com estas características e que requerem a CIP seleção de características discriminatórias está representado na Figura 4. É importante enfatizar que a numeração existente no mapa foi adotada como meio para facilitar a referência às primitivas, não possuindo qualquer relação com a ordem de execução das mesmas.

Neste mapa foi utilizada a primitiva APRESENTAR_EXEMPLAR_DE_OUTRA_CLASSE (nodo 17). A justificativa baseia-se no fato de que há uma discriminação mínima entre as duas classes, e portanto é possível falarmos em contra-exemplo denotando o sentido de “pertencente a outra classe”, com a qual poderia estar ocorrendo uma confusão. No contra-exemplo não seria possível identificar (ou visualizar) as características discriminatórias ou então elas teriam outros valores.

Desta forma, o senso de comparação estaria sendo estimulado no aprendiz uma vez que ele teria examinado duas imagens de classes distintas, as quais estariam destacando o elemento visual que é determinante para a definição do diagnóstico, seja pela diferença de valores entre uma imagem e outra, seja pela visualização em uma e pelo encobrimento em outra.

Na seqüência, o MDDP sugere que o raciocínio comparativo do aprendiz seja ainda mais estimulado pela ativação da primitiva EXPLICAR_NOVO_EXEMPLAR (nodo 19). Esta ação pedagógica despertaria no aluno uma atividade investigativa em busca do elemento que não está visível na imagem recém carregada pelo módulo de tutoramento do ambiente RUI. Por conseguinte, o aprendiz realizaria uma

busca orientada pela afirmação de que um traço pálido deve ser detectado. Assim, sua capacidade de descoberta de traços pálidos também estaria sendo aprimorada.

É importante destacar, ainda, as primitivas do quadro de opções enumeradas com 12, 13, 14, 15 e 16. Apesar de serem muito semelhantes à primeira vista, são importantes no comportamento didático-pedagógico do tutor principalmente considerando-se aprendizes com maior dificuldade de solucionar problemas. Para estes, diferentes formas de abordagem para elucidação de um problema são fundamentais para o desenvolvimento de suas potencialidades.

O nodo 12 tem o intuito de atribuir ao aluno o papel daquele que é capaz de decidir se uma característica é importante ou não no processo de inspeção da imagem, como uma forma de estimular e gerar auto-confiança. A primitiva 13 objetiva forçar a memória, como se fosse disparado um mecanismo de busca que comparasse todas as imagens já vistas até aquele momento na procura de características com um determinado valor. Uma vez que há grande possibilidade de existirem dúvidas sobre qual característica visual da imagem é considerada discriminatória, a primitiva 14 faz um questionamento justamente para verificar se o aprendiz está com sua atenção voltada para a análise da característica correta. A primitiva 15, por sua vez, é mais incisiva, pois expõe o elemento discriminatório, indagando apenas pelas suas possibilidades de valoração. Já a primitiva do nodo 16 visa a identificação, por parte do aluno, do elemento de definição da análise, induzindo ao raciocínio conclusivo sobre o laudo diagnóstico.

Nota-se, com o detalhamento das primitivas 12 a 16, a função do quadro de opções como aglutinador para situações em que o aluno tem dificuldades e mostra-se estagnado na análise da imagem em estudo.

É importante enfatizar que ainda não foram realizados estudos de caso e aplicações em treinamentos de aprendizes de radiologia médica que pudessem ser utilizados para análise das melhorias obtidas no processo de ensino com esta metodologia. Estas aplicações deverão ser realizadas em trabalhos futuros para que se possa, então, verificar em detalhes as vantagens deste trabalho.

5. Conclusões

Este trabalho apresenta uma abordagem para representação de direcionamento didático-pedagógico, fundamentada por uma linguagem e uma ferramenta desenvolvidas com base nos conceitos de autoria para o domínio radiológico, seguindo as perspectivas do ambiente RUI.

A linguagem de autoria baseia-se nos conceitos de primitivas parametrizáveis e MDDPs. As primeiras representam ações pedagógicas executadas pelos tutores com o intuito de guiar o aprendizado. Os MDDPs são estruturas compostas de elementos gráficos que designam nodos simples, compostos e arcos de ligação, tendo como propósito sugerir caminhos alternativos de ativação das primitivas, proporcionando, deste modo, um certo grau de adaptação e flexibilidade à tutoria.

O desenvolvimento da ferramenta CHAPLIM foi projetado considerando-se principalmente os critérios de usabilidade, procurando minimizar o tempo necessário ao autor para familiarizar-se com o uso da ferramenta. Para isto, a própria linguagem de autoria constitui-se de elementos gráficos e funções de visualização que proporcionam uma visão global do material que está sendo produzido.

As principais contribuições podem ser classificadas em termos de duas vertentes: a extensão das primitivas do ambiente RUI e a formalização do conceito de MDDP.

No âmbito das primitivas, tem-se as questões da ampliação do conjunto já existente e da abordagem de parâmetros radiográficos, além de radiológicos. As novas primitivas representam a aproximação da linguagem de autoria com a realidade da rotina médica, em particular do ultrassom, dada a especificidade de cada uma delas. Quanto aos parâmetros, percebem-se contribuições no plano do modelo de ensino do ambiente RUI como um todo e também no modelo do domínio. Esta ampliação do escopo revela-se pela adição de aspectos radiográficos não contemplados até então, que aumentam o modelo de ensino do ambiente RUI como um todo e também no modelo do domínio. Esta ampliação do escopo revela-se pela adição de aspectos radiográficos não contemplados até então, que aumentam o poder de expressão do nível conceitual de especificação de classes, que só tratava aspectos radiológicos.

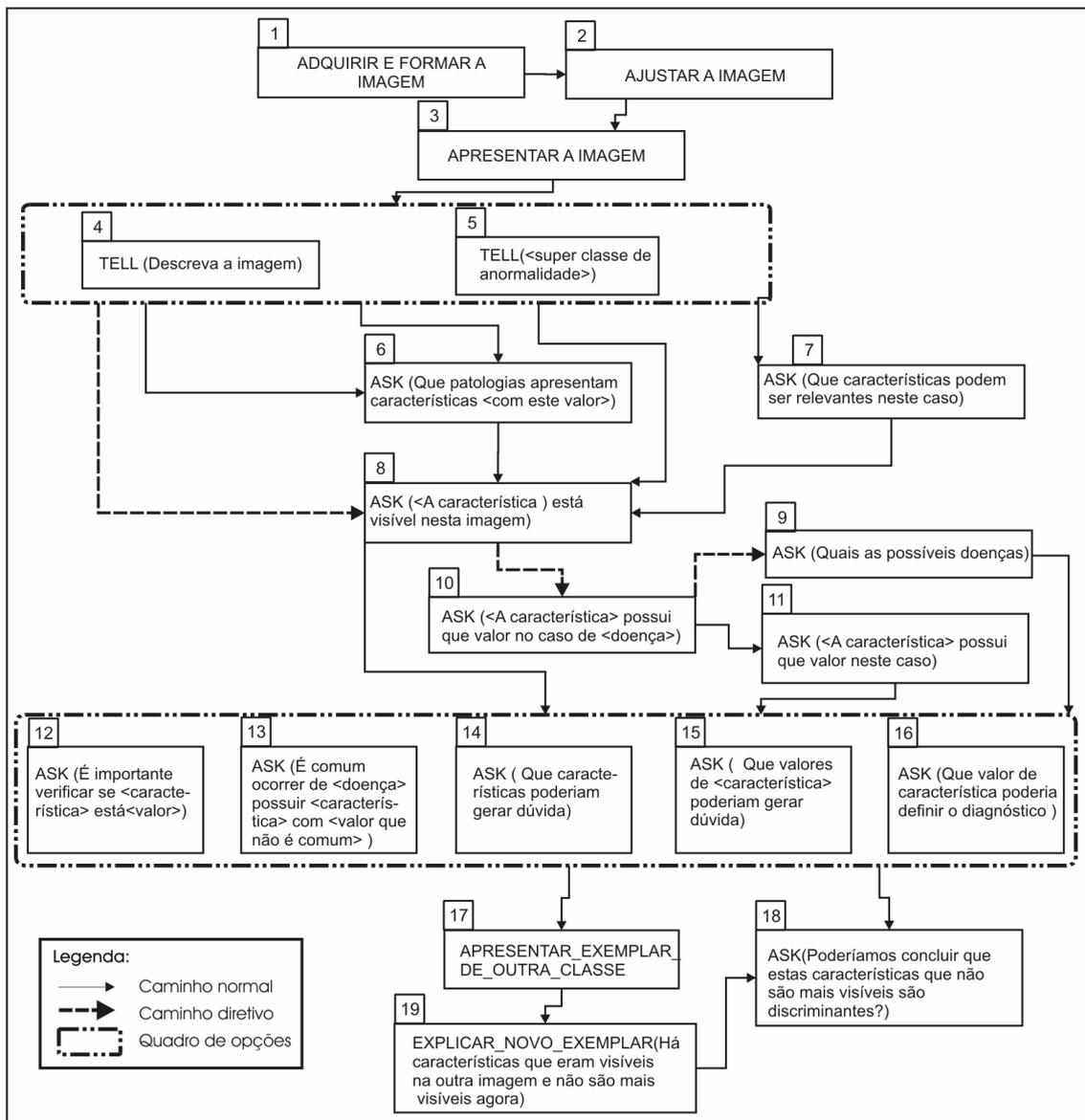


Figura 4. Mapa de direcionamento didático-pedagógico

A conceituação de MDDPs como parte da linguagem de autoria apresenta-se como um novo elemento de representação de conhecimento didático-pedagógico, fundamentado nos princípios de dinamismo e adaptação, inerentes ao processo de ensino-aprendizagem. De acordo com estes princípios, não se deve definir seqüências rígidas para o ensino e sim propiciar a flexibilização de ações didático-pedagógicas.

A utilização do método de ultrassom como base para este trabalho é vista como uma extensão para o ambiente RUI, dado que as pesquisas realizadas anteriormente consideravam os métodos de tomografia computadorizada e raio-x. Sendo assim, amplia-se o contexto de aplicação e conseqüentemente, faz-se a enumeração de aspectos adicionais, tais como a consideração de fatores relacionados à formação e ajustes das imagens como parte da aquisição da perícia, já que o exame ultrasonográfico é realizado pelo próprio médico.

Como trabalho futuro, pode-se citar a integração desta linguagem de autoria com o ambiente RUI para orientar o comportamento pedagógico da ferramenta de ensino. Com isto, seria possível analisar os métodos e ferramentas com casos de exames realizados por meio de tomografia ou raio-x. Destaca-se que

esta integração deve ocorrer nos modelos do domínio (com a representação das novas primitivas e seus parâmetros) e de tutoramento (pelo desenvolvimento de um interpretador para esta linguagem de autoria).

Outra pesquisa futura contempla uma análise mais detalhada da aplicação desta abordagem a longo prazo. Para isto, os elementos básicos, como complexidade de exemplares, já estão definidos. Entretanto, seria necessário observar através de um estudo de caso se não há outros aspectos que deveriam ser observados para que efetivamente fosse possível acompanhar a evolução de um aprendiz em todas as fases, enquanto novato até tornar-se um especialista.

Observa-se ainda como meta de pesquisa a troca de informações entre MDDPs e modelos de aprendizes. Neste sentido, poderia-se especificar condições para o disparo dos arcos de acordo com os critérios de modelagem de estudantes definidos no ambiente RUI. Desta forma, a ativação de determinadas primitivas ficaria condicionada ao estado de conhecimento que estivesse representado no modelo do aluno.

6. Referências

- Beck, J.; Stern, M.; Haugsjaa, E. (1996) Applications of AI in education. *ACM Crossroads Student Magazine*.
- Direne, A. I. (1997) Authoring intelligent systems for teaching visual concepts. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, v. 8, p. 44–70..
- Direne, A. I.; Scott, D. (2001) Identifying the component features of expertise in domains of complex visual recognition. United Kingdom. Technical Report No. ITRI-01-23.
- Giraffa, L. M. M. (1999) Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- Major, N; Ainsworth, S. (1997) Developing intelligent tutoring systems using a psychologically motivated authoring environment. In: *Proceedings of the AAAI Fall symposium on Intelligent tutoring system authoring tools*. [S.l.: s.n.], p 53-59.
- Major, N. Reichgelt, H. (1991) Using COCA to build an intelligent tutoring system in simple algebra. *Intelligent Tutoring Media*, v.2, n.3/4, p. 159-169.
- Munro, A. et al. (1997) Authoring simulatio-centered tutors with RIDES. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, v. 8, p. 284-316.
- Murray, T. (1998) Authoring knowledge based tutors: Tools for content, instructional strategy, student model, and interface design. *Journal of the Learning Sciences (Special Issue on Authoring Tools for Interactive Learning Environments)*, v. 7, n. 1, p. 5–64.
- Murray, T. (1999) Authoring intelligent tutoring systems: An analysis of the state of the art. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, v. 10, p. 98–129.
- Quaquarini, S.; Direne, A. I.; Neto, A. C. (2000) Conceitos e ferramentas para a modelagem de aprendizes no ensino de conceitos visuais. *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE2000)*, p. 128–134.
- Shute, V. J.; Torreano, L. A.; Willis, R. E. (1998) DNA - uncorking the bottleneck in knowledge elicitation and organization. In: *Proceedings ITS'98*. Texas: Springer.
- Vicente, A.; Pain, H. (1998) Motivation diagnosis in ITS. In: *Proceedings ITS'98*. Texas: Springer, p. 86–95.
- Wenger, E. (1987) *Artificial Intelligence and Tutoring Systems*. Los Altos: Morgan Kaufmann.