

Educação a Distância e a Web Semântica: Modelagem Ontológica de Materiais e Objetos de Aprendizagem para a Plataforma CoL

Moysés de Araujo
Maria Alice G. V. Ferreira

Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais
Escola Politécnica – Universidade de São Paulo (USP)

moyses.araujo@poli.usp.br
maria.alice.ferreira@poli.usp.br

Resumo

Para dar uma nova infra-estrutura para a World Wide Web está surgindo uma nova tecnologia conhecida com Web Semântica, cuja finalidade é estruturar e organizar as informações para buscas mais inteligentes e eficientes, utilizando-se principalmente do conceito de ontologia. Este trabalho apresenta uma proposta de modelagem ontológica de materiais e objetos de aprendizagem baseada nas tecnologias da Web Semântica para a plataforma de ensino a distância CoL - Cursos on LARC. Esta proposta estende esta plataforma adicionando-lhe a capacidade de organizar e estruturar seus materiais de aprendizagem, de forma a que pesquisas mais “inteligentes” e estruturadas possam ser realizadas nestes materiais e propiciando a possibilidade de reutilização de seu conteúdo.

Abstract

This in order to restructure the World Wide Web there is a new technology, known as Web Semantics, being developed. It aims to structure and organize information for more intelligent and effective search, making use of the ontology concept. This work presents an ontological modeling for learning subjects and materials, based on the Web Semantics Technology for the long distance education platform CoL – Courses on LARC. This proposal extends such platform, adding to it the possibility of organizing and structuring its learning materials, making possible more “intelligent” and structured searches on the materials as well as making possible the re-use of the materials contents.

Palavras-Chave

Educação a Distância, Web Semântica, Ontologias, DAML+OIL, CoL, XML, RDF

1. Introdução

A Web está se tornando uma grande biblioteca virtual, onde a informação sobre qualquer assunto está disponível a qualquer hora e em qualquer lugar, com ou sem custo, criando oportunidades em várias áreas do conhecimento humano, dentre as quais a Educação não é exceção.

Como recurso educacional, a Web está, segundo Lima (2000):

- Permitindo que dados disponibilizados se transformem em conhecimento;
- Democratizando o acesso à educação e desenvolvendo o conceito de autodesenvolvimento;
- Tornando-se um importante meio de distribuição de cursos e seminários, via educação a distância;
- Permitindo desenvolver formas de suporte ao processo educativo a distância;
- Permitindo um processo de aprendizagem cooperativa;
- Permitindo um processo de interação e suporte ao aprendizado via aconselhamento, avaliação de desempenho, suporte etc.

Entretanto, com a revolução que a Web tem possibilitado no acesso à informação, novas abordagens podem ser feitas para melhorar a qualidade e incrementar a eficiência da educação baseada na Web. Entre elas podem-se citar (DEVEDZIC, 2002):

- Compartilhamento e reutilização de materiais de aprendizagem entre aplicações;
- Estruturação dos materiais de aprendizagem através de pontos comuns de referência;
- Capacitação dos computadores para que possam compreender e interpretar os materiais de aprendizagem.

Atualmente, não existe nenhuma forma automática de compartilhar e reutilizar material de aprendizagem entre as aplicações. A maioria dos sistemas utiliza formatos, linguagens e vocabulários diferentes para representar e armazenar estes materiais. Assim sendo, os professores se vêm com um grande dilema a resolver:

- Como encontrar informações sobre materiais de aprendizagem para ilustrar as suas aulas, destinados a uma platéia cada vez mais exigente e acostumada aos padrões de qualidade da televisão e da Internet?
- Como reutilizar o material encontrado de forma fácil, sem ter de, a cada vez, produzir um novo material?

Inúmeros sistemas destinados à Educação a Distância têm sido descritos, porém, a maioria deles se encontra muito aquém do que um professor necessita. Na sua maioria, são sistemas com finalidades administrativas, destinados às tarefas mais burocráticas do ensino, como administrar turmas de alunos, divulgar materiais didáticos, supervisionar salas de *chats*, promover videoconferências, aplicar testes através da rede etc. Na verdade, automatizam as tarefas mais comuns, e assim, mais bem definidas, relativas ao problema educacional. O professor pode utilizá-las para aprimorar a sua metodologia educacional, porém elas não oferecem a este professor recursos facilitadores da tarefa maior: a divulgação de conhecimento. Mesmo a metodologia didática muitas vezes não

é priorizada; sobre isso, alguns trabalhos, como o de Romani (2000) e de Tassarollo (2000) mostram a problemática envolvida com estas ferramentas.

Entretanto, as tarefas típicas dos professores, como preparar os roteiros de aulas e adquirir material didático adequado para fornecimento a seus alunos, continuam ainda delegadas a plano secundário. Ao professor cabe a tarefa de, em meio ao grande arsenal de conhecimento, continuar “redescobrir a roda” e preparando o seu material didático a partir do zero, a cada aula que necessita ministrar.

A solução deste problema não é simples, porém, em torno dele têm sido desenvolvidas importantes pesquisas, visando busca, recuperação e adaptação de materiais didáticos. Uma das soluções possíveis é desenvolver aplicações educacionais nas quais os materiais de aprendizagem sejam baseados em ontologias.

Para estruturar os materiais de aprendizagem com pontos comuns de referência é necessário que os conceitos e relações estejam baseados em um vocabulário padrão. Com este vocabulário, e usando as ontologias, pode-se manter todas as partes que compõem os materiais de aprendizagem interligadas entre si.

Para que os computadores possam compreender e interpretar os materiais de aprendizagem, as páginas que compõem as aplicações necessitam estar anotadas, ou seja, devem conter uma marcação semântica, baseada nos termos definidos por uma ou mais ontologias. Estas anotações possibilitam que pesquisas mais estruturadas possam ser realizadas nos materiais de aprendizagem.

Também estão sendo realizadas pesquisas para a utilização de objetos de aprendizagem nas aplicações educacionais (QUINTON, 2002); (LONGMIRE, 2001); (DOWNES, 2000). Segundo Wiley (2001) “objeto de aprendizagem é qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para suporte ao ensino. A principal idéia dos objetos de aprendizagem é quebrar os materiais de aprendizagem em pequenos pedaços, que possam ser reutilizados em diferentes ambientes de aprendizagem, no espírito da programação orientada a objetos.”

Esta idéia possibilita que os materiais de aprendizagem tornem-se mais estruturados, organizados e que possam ser disponibilizados na Web em vários formatos diferentes, como hipertexto, vídeo, animações etc. só para citar os mais comuns, nos dias de hoje.

Portanto, os sistemas educacionais baseados na Web podem adotar uma nova abordagem em seu desenvolvimento, a utilização das tecnologias que formam a base da Web Semântica (XML, RDF e ontologias), com a utilização dos objetos de aprendizagem. A Web Semântica possibilitará novas dimensões para a educação baseada na Web, facilitando a pesquisa, o compartilhamento e o reuso dos materiais de aprendizagem.

A plataforma CoL - Cursos on Larc - (SILVEIRA et al., 2002) é um sistema de gerenciamento de cursos a distância, ou assistidos, desenvolvido pelo Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Larc). É um sistema que se propõe a hospedar cursos baseados em páginas HTML e recursos multimídia, oferecendo o suporte necessário para a organização dos alunos em turmas, supervisão de matrículas, realização de avaliações *online*, gerenciamento de *chat*, viabilização de listas de discussão, entre outros.

A integração da Web Semântica em plataformas de ensino a distância abre novas possibilidades para o desenvolvimento de materiais e objetos de aprendizagem, para a educação baseada na Web.

Este vem a ser o tema central deste trabalho, a integração da Web Semântica na plataforma CoL, e suas implicações no desenvolvimento dos materiais de aprendizagem desta plataforma.

2. Ontologias

As próximas gerações de sistemas educacionais baseados na Web (EBW), deverão ser desenvolvidas com embasamento em ontologias e o desenvolvimento da Web Semântica também estará fortemente embasado em ontologias.

Mas o que é uma ontologia?

Segundo o dicionário Aurélio, “ontologia é a parte da filosofia que trata do ser enquanto ser, *i. e.*, do ser concebido como tendo uma natureza comum, que é inerente a todos, e a cada um, dos seres”.

A área de Inteligência Artificial (IA) tomou este termo emprestado da filosofia e deu-lhe um outro significado. A definição mais frequentemente encontrada é a dada por Gruber (1993):

“Uma ontologia é uma especificação formal, explícita e compartilhada de uma conceitualização”.

Studer et al.(1998) analisa os termos desta definição. “Conceitualização” refere-se a um modelo abstrato de algum fenômeno no mundo, pela identificação dos conceitos relevantes desse fenômeno. “Explícita” significa que o tipo de conceito usado e suas restrições, estão explicitamente definidos. “Formal” refere-se ao fato de que a ontologia pode ser compreendida pelas máquinas. “Compartilhada” refere-se à noção de que uma ontologia captura um conhecimento consensual, isto é, não é originada de alguns indivíduos, mas aceita por um grupo.

Chandrasekaram (1999) coloca que o termo é usado com dois tipos de significado:

- Ontologia é a representação de um vocabulário, frequentemente especializado em algum domínio ou assunto importante. Mais precisamente, não é o vocabulário que qualifica uma ontologia, mas os conceitos que os termos do vocabulário transmitem. Então, transferindo os termos de uma ontologia de uma linguagem para outra, por exemplo do Inglês para o Francês, não muda o conceito ontológico;
- O termo ontologia é usado algumas vezes para referir-se a um conjunto de conhecimentos que descreve algum domínio, usando um vocabulário representativo.

Em outras palavras, a representação do vocabulário é composta de termos que descrevem os fatos em algum domínio, enquanto que o conjunto de conhecimento usa o vocabulário como uma coleção de fatos a respeito do domínio.

Destas definições e observações pode-se concluir que a importância de uma ontologia é esclarecer a estrutura de um conhecimento. Dado um domínio, sua ontologia forma o centro de qualquer sistema de representação do conhecimento daquele domínio. Sem ontologia, ou sem a conceitualização do conhecimento, não pode haver um vocabulário que represente o conhecimento. Então, o primeiro passo para projetar um sistema de

representação de conhecimento eficiente, e seu vocabulário, é realizar uma análise ontológica eficiente do domínio.

Portanto, as ontologias permitem entender e explicar o domínio que está sendo analisado. Marietto (2002) aponta os principais benefícios no desenvolvimento de ontologias:

- Propicia ao desenvolvedor uma compreensão mais apurada do domínio abordado;
- Possibilita o compartilhamento de conhecimento, levando em consideração o compartilhamento de termos de um dado domínio;
- Possibilita a troca de informações;
- Oferece suporte à interoperabilidade entre sistemas computacionais, considerando o relacionamento de diferentes paradigmas, linguagens, métodos etc.;
- Auxilia no reuso de conhecimento;
- Auxilia em processos de especificação de requisitos;
- Auxilia no processo de verificação de um sistema computacional, porque ontologias explicitam a especificação de tais sistemas, servindo como base de comparação entre o modelo conceitual e o modelo computacional;
- Auxilia na manutenção e documentação de sistemas computacionais.

3. Web Semântica

O termo Web Semântica foi proposto por Tim Berners-Lee, cuja definição é:

“A Web Semântica não é uma Web separada, mas uma extensão da atual, na qual a informação é utilizada com significado bem definido, aumentando a capacidade dos computadores para trabalharem em cooperação com as pessoas” (BERNERS-LEE *et al.*, 2001).

Por enquanto, é uma possibilidade ter dados na Web conectados e com significados definidos, de modo que possam ser usados pelos computadores, ou seja, se em determinada página da Web existir a palavra “banco” será possível distinguir se ela significa um “assento” ou um “estabelecimento comercial”. A Web atual é uma enorme fonte de informações passivas e desorganizadas e a Web Semântica destina-se a colocar ordem neste caos.

Hendler (2001) apresenta um exemplo de como a Web Semântica poderia ajudar os tripulantes de um barco de pesca a evitar uma tempestade em alto mar. Uma consulta a um sítio de previsão de tempo da Marinha retornaria informação insuficiente para que os tripulantes decidissem ficar ou deixar uma determinada área. Com a Web Semântica, a tripulação poderia receber, como informação adicional, imagens de satélites da área em que está o barco, produzidas em tempo real, ou ainda receber informações de um serviço de resgate. A diferença é que a consulta processada pela Web Semântica não está “limitada por palavras”. O agente que processa a consulta considera outros conceitos como localização geográfica, navegação náutica e preferências dos pescadores em permanecer em determinada localização, evitando as áreas de tempestades.

Para que estas consultas e pesquisas possam ser executadas, muitas áreas de conhecimentos, distintas, são envolvidas no processo: a Inteligência Artificial, que dá lógica e impõe as regras, os banco de dados, que integram as informações, e a plataforma computacional, que é a própria Internet. As páginas que compõem a Web devem estar estruturadas, para facilitar a explicação de seu significado. Para construir aplicações que envolvam a Web Semântica, Berners-Lee *et al.* (2001) propuseram uma arquitetura em camadas, que está representada na figura 1¹.

Esta arquitetura, em suas camadas, define as tecnologias necessárias para que os conteúdos das páginas Web possam ser compreendidos pelos computadores.

Na primeira camada, o UNICODE (via HTTP) permite que textos e imagens possam ser lidos pelos computadores em qualquer lugar e o URI (*Universal Resource Indicators*) fornece um endereço global único dos recursos disponibilizados na Web. Um recurso da Web pode ser uma página Web, uma aplicação completa, um documento pessoal, etc.

Na camada seguinte, as tecnologias XML, *Namespaces* e XML Schema permitem que os documentos da Web sejam estruturados em uma hierarquia de árvore, baseada em marcas (*tags*), criadas pelo usuário.

Na camada RDF (*Resource Description Framework* – Estrutura de Descrição de Recursos) os dados já têm significado e o RDF Schema propicia representação do conhecimento através de expressões lógicas. É um padrão aberto, recomendado pelo W3C (*World Wide Web Consortium*), para descrição de recursos Web. É um tipo de descrição de dados sobre dados, chamado metadados.

Na camada sobre ontologias, tem-se um vocabulário compartilhado, que pode ser usado para modelar um determinado domínio, isto é, o tipo de objetos e/ou conceitos que existem neste domínio, suas propriedades e relações. Isto permite que as máquinas “raciocinem” a respeito do significado dos dados e possam inferir novos fatos. Para atender estas necessidades são necessárias linguagens que representem a semântica das informações na Web, possibilitando a troca de dados entre ambientes heterogêneos, das quais destaca-se a linguagem DAML+OIL.

As demais camadas ainda estão em estudo pelo consórcio W3C² e não são objeto de estudo, neste trabalho. Resumidamente, pode-se comentar que a camada de Lógica (*Logic*) tem como objetivo especificar linguagens de lógica mais poderosas que as atuais, para facilitar a construção de inferências. A camada de Prova (*Proof*) seria a especificação de uma linguagem para provar que as informações trocadas entre agentes e máquinas são verdadeiras. A troca pode ser verdadeira mas a informação pode ser falsa. A camada Confiança (*Trust*) é para verificar, através de assinatura digital, se a pessoa que realiza as transações previstas pelas aplicações é, de fato, “ela mesma”.

Podemos concluir que o principal objetivo da Web Semântica é facilitar a aquisição e representação do conhecimento, o que poderá transformar a Web atual em uma Web voltada ao conhecimento e trará grandes benefícios nas aplicações educacionais que adotarem esta tecnologia.

¹ <http://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/slide10-0.html>

² <http://www.w3.org/>

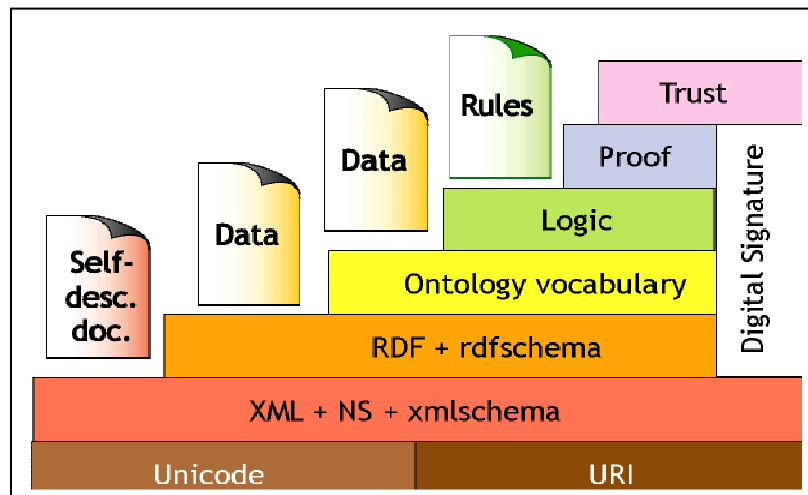


Figura 1 – Arquitetura proposta para a Web Semântica

4. Educação baseada na Web e a Web Semântica

A arquitetura da Web Semântica provê um ambiente no qual o significado do conteúdo disponível na Web pode ser automaticamente interpretado e compreendido pelas máquinas, possibilitando novas formas de navegação e acesso ao conteúdo. Com a Web Semântica, alguns aspectos da educação baseada na Web podem ser melhorados. Dentre eles pode-se citar: (STOJANOVIC et al., 2001):

- **Entrega:** Itens dos materiais de aprendizagem são distribuídos na Web, mas são conectados através de uma ontologia comum. Isto possibilita consulta semântica nos tópicos de interesse;
- **Acesso:** O estudante pode realizar pesquisas semânticas nos materiais de aprendizagem disponíveis. Por exemplo, consultas do tipo “Quais materiais de aprendizagem sobre engenharia de software estão disponíveis na Universidade de São Paulo?”, irão “devolver” como resposta não só os materiais educacionais disponibilizados para o curso do aluno, como outros materiais desenvolvidos para outros cursos, que eventualmente, poderiam também ser utilizados por ele para complementação de seus estudos;
- **Integração:** Potencial para integração entre as diversas plataformas de negócios de uma organização com as atividades de aprendizagem;
- **Distribuição:** Possibilita maior distribuição dos materiais de aprendizagem, através da anotação semântica;
- **Personalização:** O material de aprendizagem pode ser personalizado de acordo com as necessidades de cada estudante. A ontologia estabelece a conexão entre estas necessidades e o material de aprendizagem.

Estes aspectos facilitam a busca e a interação dos materiais de aprendizagem. Isto é possível porque a Web Semântica possibilita o uso de ontologias baseadas em metadados no desenvolvimento das aplicações baseadas na Web. Entender o que são metadados e suas relações com ontologias em ambientes educacionais é a chave para o desenvolvimento de aplicações educacionais baseadas na Web e sua integração com as tecnologias da Web Semântica.

5. Metadados e ontologias

Com o crescimento das informações disponíveis na Web, procurar informações relevantes na Web é cada vez mais difícil. Normalmente, os mecanismos de pesquisa oferecem milhares de resultados, quando esta é realizada através de palavras chave, sem a aplicação de filtros adequados. Um dos problemas é que as páginas HTML e os conteúdos multimídia ainda não são descritos adequadamente. A solução é a utilização de metadados. Metadados são, normalmente, descritos como sendo “dados a respeito de dados”. Mais tecnicamente, pode-se dizer que metadados são dados estruturados que descrevem as características de um recurso. Consistem de um número pré-definido de elementos que representam atributos específicos de um recurso e cada elemento pode ter um ou mais valores. A tabela 1 exemplifica um metadado.

Tabela 1 - Exemplo de metadado

Elemento	Valor
Título	Página Web de Moisés de Araujo
Criador	Moisés de Araujo
Publicação	Universidade de São Paulo
Identificação	http://www.mosesaraujo.com.br
Formato	Texto/html

Na área educacional dois padrões de metadados estão surgindo para descrever os recursos utilizados na EBW: do Learning Technology Standards Committee of the IEEE (2002), conhecido como LOM (*Learning Object Model*) e do IMS Global Learning Consortium (2001). Estes padrões de metadados definem como os materiais de aprendizagem podem ser descritos para que possam ser pesquisados de modo mais preciso, bem como facilitar a interoperabilidade entre as aplicações.

6. A Ferramenta CoL – Cursos on Larc

A descrição a seguir baseou-se em um resumo apresentado por Silveira *et al.* (2002). O CoL é um sistema de gerenciamento de cursos a distância, presenciais e semi-presenciais, desenvolvido pelo Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (LARC). É um sistema que se propõe a hospedar cursos baseados em páginas HTML e recursos multimídia, oferecendo o suporte necessário para a organização de alunos, turmas, matrículas, avaliações, *chat*, listas de discussão entre outros.

Um curso no CoL é formado por módulos, disciplinas e turmas. Uma turma pode ter várias disciplinas e uma disciplina pode ter vários módulos. A figura 2 representa a hierarquia entre as entidades que formam um curso.

O módulo é a unidade básica de um curso no CoL. É considerado uma abstração de um conceito, um capítulo de um livro ou um assunto qualquer. Deve ser formado por uma ou mais páginas HTML ligadas entre si e pode conter qualquer tipo de arquivo

associado ao conteúdo, como vídeo, som, imagens, animações, etc., que devem estar disponibilizados no servidor que gerencia o CoL.

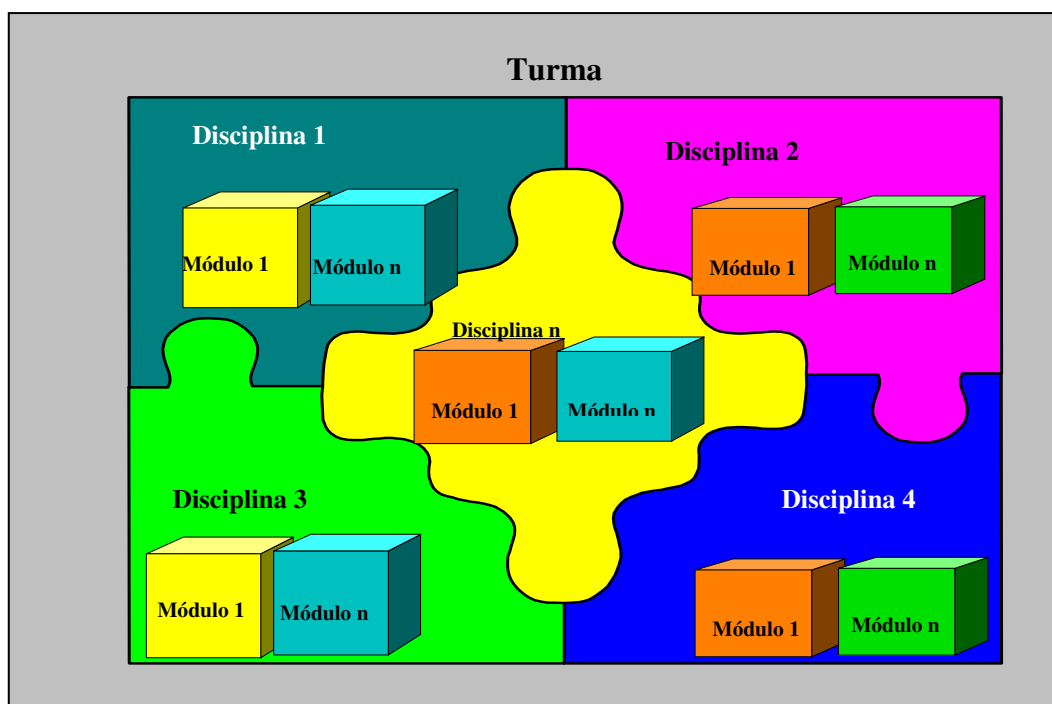


Figura 2 – Estrutura das disciplinas e módulos na plataforma CoL, segundo Silveira et al. (2002)

A um módulo ou disciplina pode estar, ou não, associada uma avaliação, cujo propósito é exclusivamente verificar a aquisição de algum conceito apresentado no conteúdo do módulo. Montadas as disciplinas, o professor pode disponibilizá-las para turmas de alunos selecionadas, que podem estar cursando uma ou mais disciplinas. A turma tem diversos itens configuráveis como o tempo de duração, quantidade de alunos, entre outros.

O CoL possui ferramentas interativas como *chat*, apresentação e listas de discussão, que podem ser utilizadas pelas turmas, de forma a amenizar os problemas causados pela distância. O professor pode observar a frequência com que os alunos estão estudando o conteúdo dos módulos, o seu aproveitamento nas avaliações, dividir a gerência da turma com outros professores, aproveitar o material desenvolvido por outro professor, etc.

Para melhorar o entendimento da estrutura do CoL, exemplificam-se estes conceitos. Seja, por exemplo, um curso de Pós-Graduação em Web Semântica e como turma, pode-se considerar, Pos2003A, composta de um número qualquer de alunos. As disciplinas a serem cursadas podem ser: XML – Conceitos Básicos, RDF/RDF Schema, Ontologias e Linguagens para a Web Semântica. A disciplina XML – Conceitos Básicos pode ter a estrutura mostrada na figura 3.

A mesma estrutura pode ser aplicada para as demais disciplinas. Os itens numerados representam o conteúdo programático de cada módulo. Cada item é uma página HTML, desenvolvida pelo professor responsável pela disciplina ou pelo módulo. Arquivos de vídeo, som, imagens, animações etc., devem possuir um *link* na página HTML para serem exibidos.

Assim como outras plataformas de educação a distância, a plataforma CoL trata basicamente do gerenciamento dos cursos e das atividades dos participantes. A ferramenta, entretanto facilita o acesso ao material didático do curso, bem como permite condicionar esse acesso ao bom entendimento do conteúdo anterior, através de vinculação do material de aprendizagem a testes programados pelo professor, nos quais se exige do aluno um número mínimo de acertos. Por outro lado, para a preparação do material didático, o professor pode fazer uso da ferramenta de autoria que julgar mais conveniente.

O CoL não especifica como o professor deve organizar o material de aprendizagem de seu curso. As definições e restrições colocadas na especificação técnica desta plataforma detêm-se ao nível do módulo. Desta forma, este trabalho estende a plataforma CoL, propondo uma forma de organização do material de aprendizagem voltada para a reutilização do material didático, permitindo a recuperação automatizada do conteúdo educacional armazenado nos bancos de dados desta plataforma.

Entretanto, a preparação dos materiais de aprendizagem tornou-se um processo fundamental para o sucesso destas plataformas. No trabalho de González (2000), encontram-se estratégias pedagógicas para elaboração de cursos em pequenas unidades de conteúdo chamadas de Unidades de Aprendizagem.

Uma das soluções possíveis para tratar das limitações conceituais discutidas no item 1, tais como o compartilhamento e reutilização dos materiais de aprendizagem entre aplicações, estruturação dos materiais de aprendizagem através de pontos comuns de referência e anotação dos materiais de aprendizagem para facilitar o acesso e, ainda, atender algumas das recomendações colocadas, é a utilização dos materiais de aprendizagem formados por um ou mais objetos de aprendizagem.

7. Materiais de aprendizagem e objetos de aprendizagem

Neste trabalho, é considerada a seguinte definição de materiais de aprendizagem:

“Material de aprendizagem equivale a cada item do conteúdo programático de um módulo.”

Por exemplo, na disciplina XML – Conceitos Básicos, apresentada na figura 3, tem-se que “HTML – Importância” e “HTML – Formato” são materiais de aprendizagem do módulo Linguagens de Marcação. Estes materiais de aprendizagem são compostos por um ou mais objetos de aprendizagem. Um objeto de aprendizagem pode ser uma figura, um gráfico, uma simulação, etc. Atualmente, objetos de aprendizagem estão tornando-se um modelo padronizado de armazenamento e distribuição de informações em sistemas de ensino a distância através da Web, estando estruturados para uma integração direta com as tecnologias da Web Semântica.

Não existe uma definição de consenso entre os autores que pesquisam sobre objetos de aprendizagem. Para fins deste trabalho será adotada a seguinte: “Objeto de aprendizagem é um tipo de componente dos materiais de aprendizagem, que pode ser independente da mídia utilizada, entendidos como entidades digitais que podem ser acessadas simultaneamente através da Web, por vários aprendizes”.

<p>Módulo 1 – Informações sobre a disciplina</p> <ul style="list-style-type: none">1.1 – Objetivos1.2 – Organização da Disciplina1.3 – Convenções da disciplina1.4 – Como testar os arquivos1.5 – Pré-requisitos1.6 – Sistema de Avaliação <p>Módulo 2- Linguagens de Marcação</p> <ul style="list-style-type: none">2.1 – Definição2.2 – SGML2.3 – HTML – Definição2.4 – HTML – Importância2.5 – HTML – Formato2.6 – HTML – Vantagens e Limitações2.7 – Resumo2.8 – Exercícios2.9 – Avaliação

Figura 3 – Estrutura da disciplina XML – Conceitos Básicos

Independentemente do tipo de aplicação educacional, os objetos de aprendizagem apresentam as seguintes características (LONGMIRE, 2001; FRIESEN, 2001):

- **Reusabilidade:** um objeto de aprendizagem pode ser usado em diversos materiais de aprendizagem diferentes;
- **Facilidade de pesquisa e atualização:** com a utilização dos padrões de metadados existentes (item 5) é possível obter informações sobre os objetos de aprendizagem, tais como seu conteúdo, utilização, autor, tamanho, formato, e outras, tornando-o compreensível para diversas plataformas computacionais. Normalmente, os metadados estão separados dos objetos de aprendizagem, o que possibilita o seu uso na Web;
- **Modularidade:** um objeto de aprendizagem pode conter outros objetos de aprendizagem, ou estar contido em um ou mais materiais de aprendizagem. Um objeto de aprendizagem deve ser construído de tal maneira que os usuários não precisem saber sobre seus componentes e sobre sua complexidade interna.
- **Interoperabilidade:** um objeto de aprendizagem deve ser capaz de utilizado em diversos tipos de hardware, sistemas operacionais, navegadores ou outros ambientes de aprendizagem.

Uma solução para atender estas características é a modelagem dos materiais de aprendizagem baseada em ontologias, utilizando a infraestrutura da Web Semântica, formada por componentes tais como metadados, linguagens de ontologia (DAML+OIL). Segundo Qin (2001), esta abordagem permite que os materiais de aprendizagem possam ser representados em diferentes níveis de granularidade, como demonstrado na figura. 4.

Na figura 4, a representação não refinada descreve de forma mais objetiva os documentos e os materiais de aprendizagem que formam os documentos. Isto é feito

pelo padrão Dublin Core Metadata (Dublin Core Metadata Initiative, 1999). A representação mais refinada permite descrever uma coleção de documentos, os materiais de aprendizagem que formam os documentos e os objetos de aprendizagem que formam os materiais de aprendizagem. Isto é feito pelos padrões de metadados da *Learning Technology Standards Committee of the IEEE* (2002) e da *IMS Global Learning Consortium* (2001), que definem parâmetros técnicos e educacionais mais específicos dos materiais de aprendizagem.

Utilizando ontologias, através da Web Semântica na representação mais refinada, pode-se representar e correlacionar os objetos que compõem os materiais de aprendizagem. Armazenando-se as relações entre os objetos é possível, aos usuários realizar pesquisas para recuperar e reutilizar estes objetos.

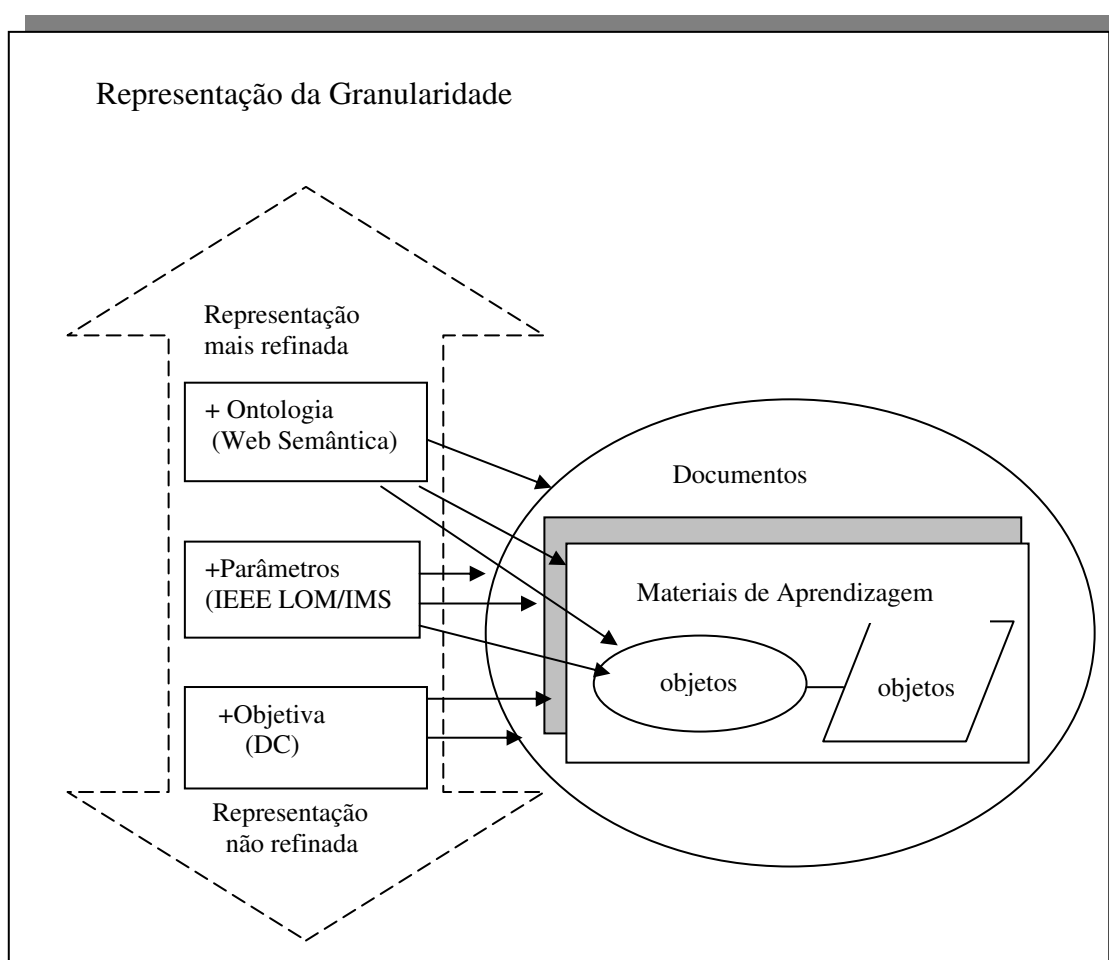


Fig. 4 – Representação da granularidade (QIN, 2001)

8. Construindo uma ontologia para materiais de aprendizagem

O principal objetivo desta ontologia é possibilitar uma representação semântica dos materiais e objetos de aprendizagem da plataforma CoL para que possam ser reutilizados, compartilhados, estruturados e que os usuários (professores, alunos, administradores) desta plataforma possam realizar pesquisas “inteligentes” nestes materiais e objetos de aprendizagem. Esta ontologia deve prover um vocabulário para

que os materiais de aprendizagem possam ser explicitados e anotados bem como um conjunto de relacionamentos entre os termos do vocabulário, para propiciar inferências na base de conhecimento formada. Portanto, esta ontologia deve ser capaz de responder a questões de competência do tipo:

1. Quais são as disciplinas ensinadas pelos professores na plataforma CoL?
2. Quais disciplinas e módulos existem na plataforma CoL?
3. Quem são os responsáveis pela criação de módulos na plataforma CoL?
4. Quais materiais de aprendizagem compõe a plataforma CoL?
5. Quais os pré-requisitos de um determinado material de aprendizagem?
6. Existem materiais de aprendizagem similares entre si na plataforma CoL?
7. Quais os tipos de objetos de aprendizagem que compõem os materiais de aprendizagem da plataforma CoL?
8. Qual o formato dos objetos de aprendizagem que compõem os materiais de aprendizagem?
9. Quais as características dos objetos de aprendizagem que compõem os materiais de aprendizagem?

Cursos na plataforma CoL são estruturados em disciplinas que, por sua vez são formadas por módulos e os responsáveis pela criação destes módulos são os professores. Para responder as questões de competência 1, 2 e 3, faz-se necessário estabelecer as seguintes relações entre os conceitos disciplina, módulo e professores:

- A relação `dis_temModulo` denota que uma disciplina é formada por um ou mais módulos. Esta relação tem a cardinalidade (1,n), que determina o axioma: “Toda disciplina tem um ou mais módulos”.
- As relações `prof_criaDisciplina` e `prof_criaModulo` denota que os professores são responsáveis pela criação de disciplinas e módulos e a cardinalidade (0,n) determina o axioma: “Os professores podem criar zero ou mais disciplinas e módulos”.
- A relação `mol_temDisciplina` indica que módulos podem pertencer a disciplinas, sendo uma relação inversa de `dis_temModulo`.
- A relação `mol_criadoPor` indica que módulos são criados por professores.
- A relação `dis_ensinadaPor` indica os professores responsáveis para ensinar as disciplinas.

Os módulos são formados por materiais de aprendizagem. Para responder a questão de competência 4 é necessário estabelecer as seguintes relações entre os conceitos de módulo e de material de aprendizagem:

- A relação `mol_temMaterial_Aprendizagem` denota que um módulo é formado por materiais de aprendizagem. Esta relação tem a cardinalidade (1,n) que determina o axioma: “Todo módulo é formado por um, ou mais, materiais de aprendizagem”.

- A relação `mat_temModulo` indica que os materiais de aprendizagem são elementos componentes de módulos.

As questões de competências 5 e 6 são respondidas pelas seguintes relações entre os materiais de aprendizagem:

- as relações `mat_ePreRequisitoDe` e `mat_temPreRequisitoDe` são relações inversas, ou seja, se um material de aprendizado B tem como pré-requisito A, então A é pré-requisito de B. O mesmo raciocínio é aplicado para as relações `mat_temSimilaridadeCom` e `mat_eSimilarA`. Um material de aprendizagem é similar a outro, quando um mesmo assunto, por exemplo, equações do segundo grau, pode ser tratado através de um texto, um gráfico ou uma animação.

A questão de competência 7 refere-se aos objetos de aprendizagem que compõem os materiais de aprendizagem. Segundo a especificação da *Learning Technology Standards Committee of the IEEE* (2002, p. 25) e a especificação da *IMS Global Learning Consortium* (2001, p. 29), os tipos de objetos de aprendizagem são: Exercícios, Simulação, Questionário, Diagrama, Figura, Gráfico, Índice, Tabela, Texto Narrativo, Exame, Experiência, Enunciado de um Problema e Auto Avaliação. Estes conceitos são representados pelas seguintes relações:

- O relacionamento `mat_temObjetos` denota que os materiais de aprendizagem têm um ou mais objetos de aprendizagem. Esta relação tem cardinalidade (1,n) determina o seguinte axioma: “Todo material de aprendizagem tem um ou mais objetos de aprendizagem”.
- O relacionamento `obj_eParteDeMaterial_Aprendizagem` é um relacionamento inverso do relacionamento `mat_temObjetos` e indica que os objetos de aprendizagem podem pertencer aos materiais de aprendizagem. O relacionamento `obj_eParteDeMaterial_Aprendizagem` indica que Exercício, Diagrama, Simulação e os demais objetos de aprendizagem são especializações de Objetos.

A questão de competência 8 refere-se aos formatos dos materiais de aprendizagem. Alguns formatos possíveis são Vídeo (avi, mpeg, mov etc.), Imagem (pic, pcx, jpeg etc.), Texto (html, Word etc.), Animação (Flash, avi etc.) e Áudio (wav etc.). Nesta ontologia, estes formatos estão representados como atributos do conceito Objeto de Aprendizagem.

A questão de competência 9 refere-se a algumas características dos objetos de aprendizagem e que são as seguintes: formato (questão 8), tamanho, localização, palavras-chave, dificuldade, interatividade, contexto, responsável, descrição, título, linguagem, restrição e data. Estas características são alguns metadados extraídos da especificação da *Learning Technology Standards Committee of the IEEE* (2002) e da especificação da *IMS Global Learning Consortium* (2001). Também foram representados na forma de atributos dos objetos de aprendizagem porque estas características podem ser consideradas como propriedades destes objetos de aprendizagem, o que facilita sua codificação na linguagem DAML+OIL.

A figura 5 mostra o modelo completo da ontologia – em UML - dos materiais de aprendizagem, aqui proposta. Na tabela 2 está representada uma parte dos termos utilizados para representar a ontologia.

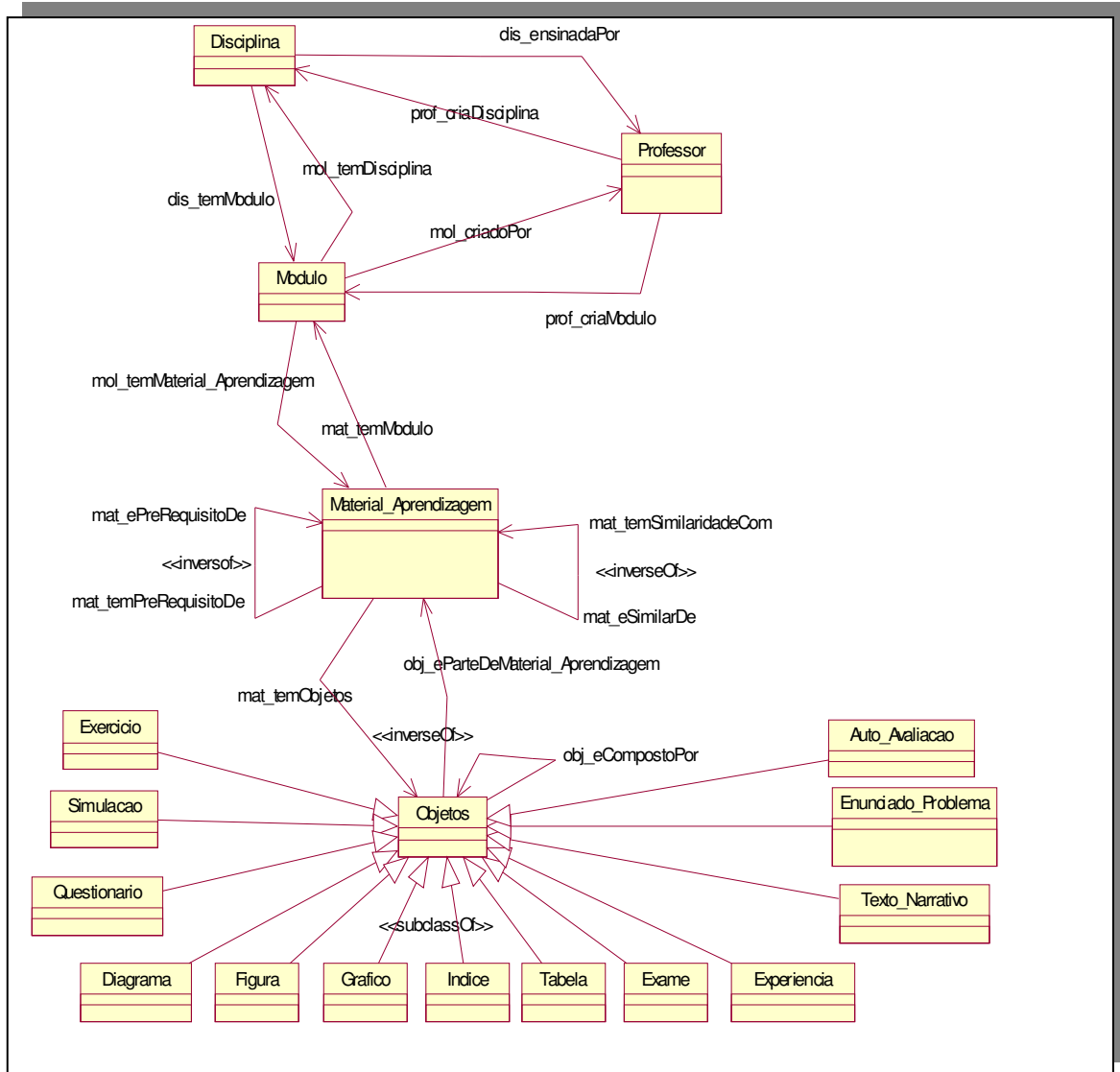


Fig. 5 – Ontologia dos Materiais de Aprendizagem

9. Proposta de um modelo baseada em ontologias para pesquisa de materiais de Aprendizagem

A figura 6 representa a proposta de um modelo para pesquisa de materiais de aprendizagem, que são formados pelos objetos de aprendizagem, conforme o modelo proposto ao longo deste capítulo. Os pontos principais deste modelo são: Base de Conhecimento Ontológica, Anotação e Pesquisa

Tabela 2 – Parte do Glossário de Termos

Disciplina	Uma disciplina é pode ser composta por um ou mais módulos
Módulo	Um módulo é formado por uma ou mais páginas HTML ligadas e é a unidade atômica que compõe a disciplina.
Material de Aprendizagem	Um conjunto de documentos e/ou objetos indispensáveis ao desempenho das atividades de aprendizagem. Portanto, um gráfico, Fig., uma experiência, um jogo educacional, uma simulação, um tutorial podem ser considerados materiais de aprendizagem.
Objetos	São os tipos de objetos de aprendizagem que compõem um material de aprendizagem. Podem ser um, gráfico, tabela, fórmula, animações, uma simulação, exercício, etc.
Professor	Responsável por disciplinas e módulos

9.1. Base ontológica de conhecimento

É o núcleo do modelo, pois contém uma ou mais ontologias, sobre as quais atuarão os mecanismos de inferência. A linguagem utilizada é a DAML+OIL, que possibilita a representação de ontologias e metadados. Por exemplo, o conceito *Material_Aprendizagem* tem a codificação em DAML+OIL conforme representada na figura 7, que corresponde no modelo ao vocabulário, relacionamento e atributos

Os relacionamentos descritos na figura 7 são os mostrados no Diagrama UML da figura 5 para *Material_Aprendizagem*. Deve-se notar que as ontologias da Base Ontológica de Conhecimento ficam separadas em dois arquivos. Um arquivo contém a ontologia com os vocabulários, relacionamentos e os atributos. O outro arquivo contém as instâncias geradas. Esta separação visa facilitar a manutenção das ontologias, pois é o arquivo de instâncias é alterado constantemente.

9.2. Anotação

É a técnica de anotar os documentos para que as informações possam ser compreendidas pelas máquinas, de modo que a pesquisa para recuperação de informações possa ser incrementada, tendo como base o modelo ontológico desenvolvido. Para isto, é necessário que a anotação esteja de acordo com os metadados que descrevem os materiais de aprendizagem e que estão definidos na ontologia do domínio em estudo. Entretanto, o processo de anotação pode tornar-se lento e pouco produtivo. Em Euzenat (2002) encontram-se os pontos a serem observados antes de iniciar um trabalho de anotação. A anotação pode ser realizada através de ferramentas específicas para este fim. Por exemplo, a ferramenta *OntoAnnotate* (Staab, 2001a) gera a anotação em RDF. A ferramenta *Annotation Service* (Bechhofer, 2001a) desenvolvida durante o projeto COHSE (*Conceptual Open Hipermídia Service*) é um protótipo para gerar anotação em DAML+OIL.

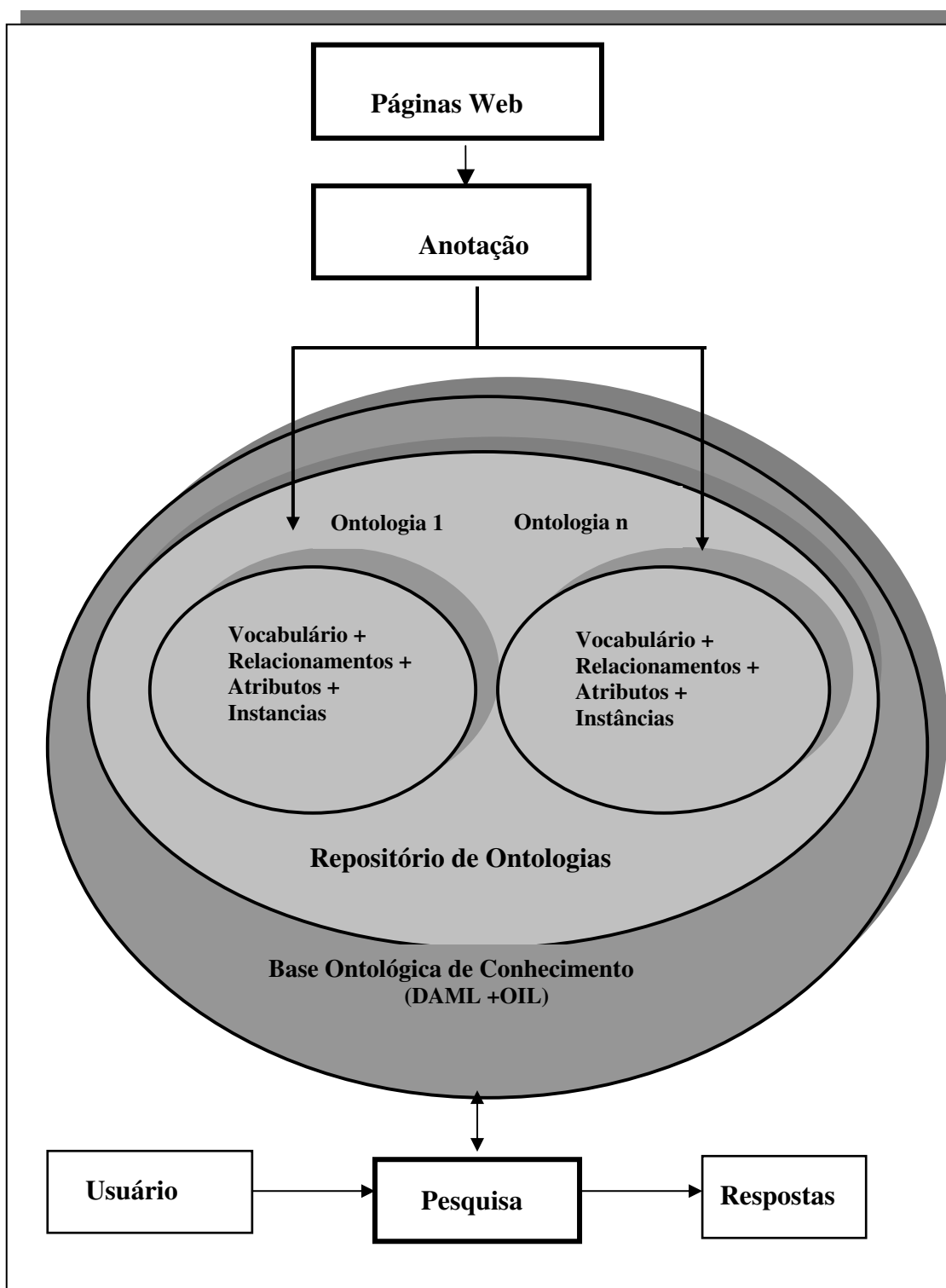


Fig. 6 – Proposta de modelo para pesquisa de materiais de aprendizagem

Normalmente, estas ferramentas capturam as páginas que devem ser anotadas. O usuário seleciona uma ontologia sobre o tema a ser anotado e as informações da página. Na medida que o usuário seleciona as informações na página, este vai preenchendo as informações correspondentes na ontologia. Por exemplo, se o usuário está anotando uma página com informações sobre navios, a ontologia sobre navios deve ter conceitos

do tipo: nome do navio, peso, tipo do navio, etc. À medida que o usuário vai selecionando os navios, vai preenchendo as informações conforme solicitado pela ontologia, gerando o arquivo das instâncias.

```

<daml:Class rdf:ID="Material_Aprendizagem">
</daml:Class>

<daml:DatatypeProperty rdf:ID="codigo">
  <daml:domain rdf:resource="#Material_Aprendizagem"/>
  <daml:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema#string"/>
</daml:DatatypeProperty>

<daml:DatatypeProperty rdf:ID="nome">
  <daml:domain rdf:resource="#Material_Aprendizagem"/>
  <daml:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema#string"/>
</daml:DatatypeProperty>

<daml:ObjectProperty rdf:ID="mat_temModulo">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Material_Aprendizagem"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Modulo"/>
  <daml:minCardinality>1</daml:minCardinality>
  <daml:maxCardinality>n</daml:maxCardinality>
</daml:ObjectProperty>

<daml:ObjectProperty rdf:ID="mat_temObjetos">
  <rdfs:comment>Quais Objetos do material de aprendizagem</rdfs:comment>
  <daml:domain rdf:resource="#Material_Aprendizagem"/>
  <daml:range rdf:resource="#Objetos"/>
  <daml:minCardinality>1</daml:minCardinality>
  <daml:maxCardinality>n</daml:maxCardinality>
</daml:ObjectProperty>

<daml:ObjectProperty rdf:ID="mat_temPreRequisitoDe">
  <daml:range rdf:resource="#Material_Aprendizagem"/>
  <daml:domain rdf:resource="#Material_Aprendizagem"/>
</daml:ObjectProperty>

<daml:ObjectProperty rdf:ID="mat_ePreRequisitoDe">
  <daml:range rdf:resource="#Material_Aprendizagem"/>
  <daml:domain rdf:resource="#Material_Aprendizagem"/>
  <daml:inverseOf rdf:resource="#mat_temPreRequisitoDe"/>
</daml:ObjectProperty>

<daml:ObjectProperty rdf:ID="mat_temSimilaridadeCom">
  <daml:range rdf:resource="#Material_Aprendizagem"/>
  <daml:domain rdf:resource="#Material_Aprendizagem"/>
</daml:ObjectProperty>

<daml:ObjectProperty rdf:ID="mat_eSimilarA">
  <daml:range rdf:resource="#Material_Aprendizagem"/>
  <daml:domain rdf:resource="#Material_Aprendizagem"/>
  <daml:inverseOf rdf:resource="#mat_temSemelhancaCom"/>
</daml:ObjectProperty>

```

Fig. 7– Codificação em DAML+OIL do conceito Material_Aprendizagem

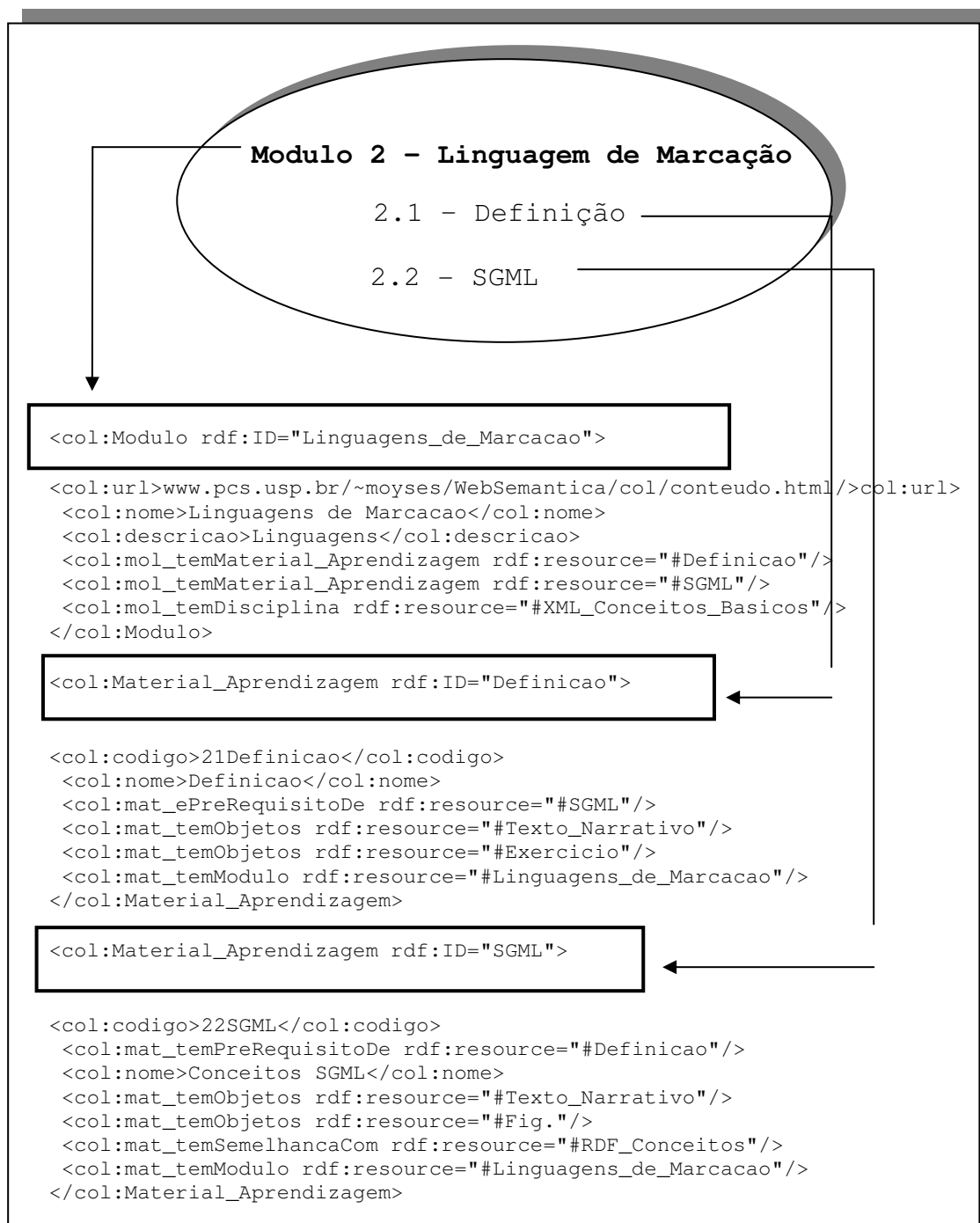


Fig. 8 – Anotação do conceito Material de Aprendizagem

No caso da metodologia proposta, o usuário irá informar os dados sobre a disciplina, os módulos da disciplina, os materiais de aprendizagem e os objetos de aprendizagem que formam os materiais de aprendizagem, de acordo com a ontologia proposta. Neste trabalho não foi implementada uma ferramenta de anotação para a linguagem DAML+OIL. As instâncias foram geradas através de um editor de textos, pois as ferramentas de anotação existentes operam em conjunto com outros softwares que

fazem parte de seu ambiente. A figura 8 representa uma instância dos Materiais de Aprendizagem da disciplina XML – Conceitos Básicos, descrita no começo do capítulo.

9.3. Pesquisa

Para realizar pesquisas neste modelo foi utilizado um sistema de pesquisa que verifica a ontologia que contém os relacionamentos e as instâncias codificadas em DAML+OIL. Este sistema, denominado AQ_Search, encontra-se disponível na página oficial da DAML (Darpa Agent Markup Language – www.daml.org). Desenvolvida com as ferramentas do pacote Java, é composta por uma interface gráfica, que permite aos usuários realizar as pesquisas e retornar os resultados, e por um agente que processa as pesquisas com base nas ontologias disponíveis na Base Ontológica de Conhecimento. A figura 9 apresenta a interface gráfica, onde é possível selecionar as ontologias e elaborar as pesquisas e a figura 10 apresenta o resultado da pesquisa.

As figuras 9 e 10 representam a seguinte pesquisa: “Qual material de aprendizagem é pré-requisito do material de aprendizagem SGML?”. Nesta pesquisa identificam-se os seguintes termos:

- **Sujeito (Subject):** representa o conceito ou a classe da qual solicitamos a informação – materiais de aprendizagem (Material_Aprendizagem), no exemplo.
- **Predicado:** que são as propriedades do sujeito – é pré-requisito de - no exemplo.
- **Objeto:** que são os valores do predicado – SGML – no exemplo.

Estes valores estão representados na figura 9. Clicando-se no botão Add Clause, se tem o formato da pesquisa que será gerada, no caso a seguinte frase:

```
1: [Material_Aprendizagem] ?x mat_ePreRequisitoDe SGML
```

Clicando-se no botão Execute, temos o resultado exibido na figura 10. Nesta figura a máquina de busca apresenta no lado esquerdo, o resultado (Result Instances).

10. Conclusões

Os trabalhos atuais da comunidade da Web Semântica está direcionado principalmente para a representação da informação na World Wide Web, de modo que estas informações possam ser usadas pelas máquinas, não só com propósitos de exibir informações, mas também para automação, integração, compartilhamento, pesquisas mais inteligentes e reutilização entre as aplicações. O modelo proposto é uma tentativa inicial para possibilitar estas pesquisas não somente dos materiais de aprendizagem, mas

para recuperar informações dos seus componentes. A modelagem ontológica baseada na linguagem DAML+OIL, onde a ontologia que contém os relacionamentos e atributos está separada de suas instâncias, aliada com um agente de pesquisa possibilita a estudantes e professores acessar os materiais de aprendizagem e seus componentes de forma mais rápida e inteligente.

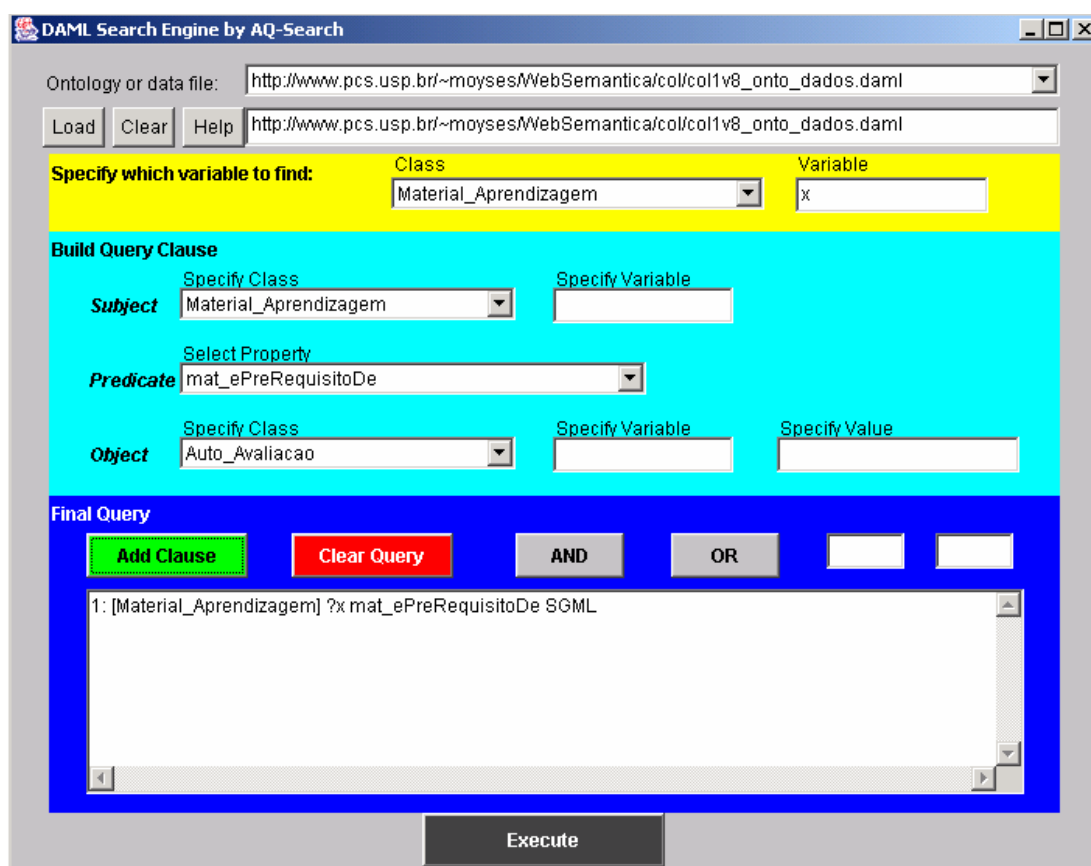


Fig.9 – Interface gráfica do sistema AQ-Search

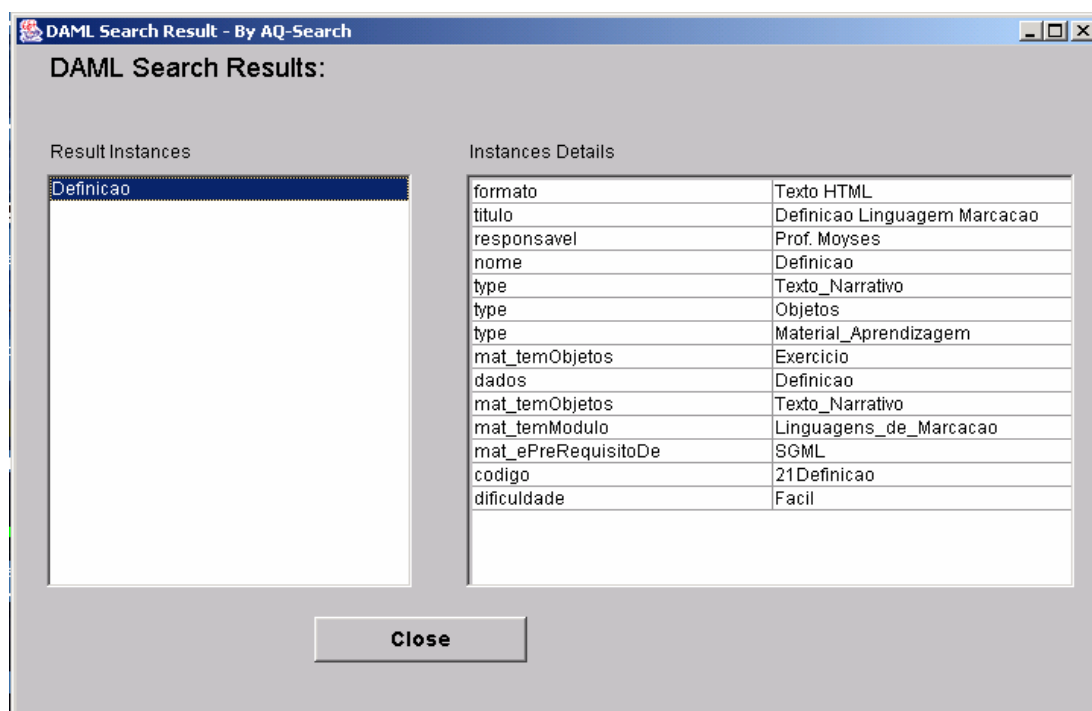


Fig. 10 – Interface gráfica com os resultados da pesquisa

Bibliografia Referenciada

BECHHOFFER, S.; GOBLE, C. Towards Annotation using DAML+OIL. **Workshop on Knowledge Markup and Semantic Annotation**. 2001a. Disponível em <<http://cohse.semanticweb.org/papers/index.html>>. Acesso em 20 Mar. 2002.

BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. The Semantic Web. **Scientific American**. v. 284, n. 5, p. 28-37, 2001.

CHANDRASEKARAN, B.; JOSEPHSON, R.; BENJAMINS, V. R. What Are Ontologies, and Why Do We Need Them? **IEEE Intelligent Systems**. v. 14, n. 1, p. 20-25, Jan. 1999.

DEVEDZIC, V. What does current web-based education lack. **Proceeding of the IASTED International Conference APPLIED INFORMATICS**. Innsbruck, Austria, Feb 2002.

DOWNES, S. **Learning Objects**. University of Alberta, May, 2000. Disponível em: <http://www.atl.ualberta.ca/downes/naweb/Learning_Objects.htm>. Acesso em 19 Set. 2002.

DUBLIN CORE METADATA INITIATIVE. **Dublin Core Metadata Element Set**, version 1.1. 1999. Disponível em <<http://dublincore.org/documents>>. Acesso em 18 Out. 2002

EUZENAT, J. Eight Questions about Semantic Web Annotations. **IEEE Intelligent Systems**. v. 22, n. 2, p. 55-62, Mar. 2002.

FRIESEN, N. What are Educational Objects? **Interactive Learning Environments**, v. 9, n. 3, Dez. 2001.

GONZÁLEZ, L. A. G. **Educação pela Web: Metodologia e Ferramenta de Elaboração de Cursos com Navegação Dinâmica**. São Paulo, 2000. 137p. Dissertação(Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

GRUBER, T.R. A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. **Knowledge Acquisition**. v. 5, n.2, p. 199-221, 1993.

HENDER, J. Agents and the Semantic Web. **IEEE Intelligent Systems**. v. 16, n. 2, p. 30-37, Mar. 2001.

IMS GLOBAL LEARNING CONSORTIUM, **IMS Learning Resource Meta-Data XML Binding**, Version 1.2.1 Final Specification, 28 Set. 2001. Disponível em <<http://www.imsglobal.org>>. Acesso em 20 Fev 2003.

LEARNING TECHNOLOGY STANDARDS COMMITTEE of the IEEE, New York, 15/07/2002. **Draft Standard for Learning Object Metadata**. Disponível em:<http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>. Acesso em 9 Abr. 2003.

LIMA, F. O. **A Sociedade Digital**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000. 152p.

LOGMIRE, W. **A primer on learning objects**. 2001. Disponível em <<http://www.learningcircuits.org/mar2000/primer.html>>. Acesso em 19 Set. 2002.

MARIETTO, M. B. et al. Requiriments analysis of multi-agent-based simulation platforms. **Technical report**. São Paulo University, 2002

QIN, J.; FINNERAN, C. Ontological Representation for Learning Objects. **Proceedings of the Workshop on Document Search Interface Design and Intelligent Access in Large-Scale Collections**, Portland, OR. Jul. 2001.

QUINTON, S. R. Toward Adaptive Online Learning. Proceeding of the 5th IASTED International Conference COMPUTERS AND AVANCED TECHNOLOGY IN EDUCATION. Cancun, Mexico, p. 469-474, May 2002.

ROMANI, L. AA. S. **InterMap: Ferramenta para Visualização da Interação em Ambientes de Educação a Distância**. Campinas, 2000. 120 p. Dissertação (Mestrado) – Unicamp

STAAB, S; MAEDCHE, A.; HANDSCHUH, S. An Annotation Framework for the Semantic Web. Proceeding of the International Workshop on Multimedia Annotation. Tokyo, Japan, p. 30-41, Jan 2001a.

SILVEIRA, R. M. et al. **COL – Ferramenta de Apoio ao Ensino**. LARC – Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores. PCS – Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais. EPUSP – Escola Politécnica da USP. 2002.

STUDER, R.; BENJAMINS, V.; FENSEL, D. Knowledge Engineering: Principles and Methods. **IEEE Transaction on Data and Knowledge Engineering**. v. 25, n. 1-2, p. 161-197, 1998.

TESSAROLLO, M. R. M. **Ambiente de Autoria de Cursos a Distância**. Campinas, 2000. 97 p. Dissertação (Mestrado) – Unicamp.

WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In D. A. Wiley (Ed.) **The instructional use of learning objects**. 2001. Disponível em <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>. Acesso em 25 Mai 2003.

