

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE INFORMÁTICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

RAQUEL MELLO DE MIRANDA

**GROA: um Gerenciador de Repositórios de  
Objetos de Aprendizagem**

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do grau de  
Mestre em Ciência da Computação

Prof. Dr. Antônio Carlos da Rocha Costa  
Orientador

Porto Alegre, julho de 2004

## CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Miranda, Raquel Mello de

GROA: um Gerenciador de Repositórios de Objetos de Aprendizagem / Raquel Mello de Miranda. – Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Computação, 2004.

80 f.: il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, BR-RS, 2004. Orientador: Antônio Carlos da Rocha Costa.

1. Metadados. 2. Objetos de aprendizagem. 3. Repositórios de objetos. 4. Mapas de tópicos. I. Costa, Antônio Carlos da Rocha. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitora: Prof<sup>a</sup>. Wrana Maria Panizzi

Pró-Reitor de Ensino: Prof. José Carlos Ferraz Hennemann

Pró-Reitora Adjunta de Pós-Graduação: Profa. Jocélia Grazia

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Philippe Olivier Alexandre Navaux

Coordenador do PPGC: Prof. Carlos Alberto Heuser

Bibliotecária-chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

*À minha querida mãe (in memoriam),  
exemplo de força, coragem e fé,  
que sempre me motivou e torceu  
pelo êxito final deste trabalho.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Em especial agradeço:

A Deus, sempre presente em todas as etapas da minha vida, guiando-me e fortalecendo-me nas dificuldades.

Ao meu pai, Afonso, que sempre me apoiou e acreditou na minha capacidade. Às minhas irmãs, Ana Paola e Letícia, pelo carinho, amizade e estímulo constante. E, ao meu irmão, Afonso Junior, pela preocupação e paciência demonstrada em suas críticas e sugestões ao trabalho.

Ao meu noivo, Marco, pelo constante incentivo e companheirismo. Por compreender a distância e as ausências que se fizeram necessárias.

Ao professor Dr. Antônio Carlos da Rocha Costa, pela disponibilidade e apoio contínuo. Por seus ensinamentos e, principalmente, pela amizade e incentivo recebidos.

E, aos meus amigos, que se fizeram presentes em todos os momentos, principalmente nos mais difíceis, dando-me forças a continuar. Em especial: Márcia, Marilton, Rocha, Graça, Renatinha, Rúbia e Fachi.

*“Tudo quanto puderes fazer, ou creias  
poder, começa. A ousadia tem gênio, poder e magia.”*

— GOETHE

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> . . . . .	9
<b>LISTA DE FIGURAS</b> . . . . .	10
<b>LISTA DE TABELAS</b> . . . . .	11
<b>RESUMO</b> . . . . .	12
<b>ABSTRACT</b> . . . . .	13
<b>1 INTRODUÇÃO</b> . . . . .	14
1.1 <b>Objetivo</b> . . . . .	15
1.2 <b>Organização</b> . . . . .	16
<b>2 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA</b> . . . . .	17
2.1 <b>Ambientes de Apoio ao Ensino</b> . . . . .	17
2.1.1 AulaNet . . . . .	17
2.1.2 TelEduc . . . . .	18
2.1.3 ENSINET . . . . .	19
2.1.4 WebCT . . . . .	19
2.1.5 TopClass . . . . .	19
<b>3 OBJETOS DE APRENDIZAGEM</b> . . . . .	21
3.1 <b>Definições para OAs</b> . . . . .	21
3.2 <b>Outras denominações para OAs</b> . . . . .	22
3.3 <b>Características dos OAs</b> . . . . .	22
3.4 <b>Criação de OAs</b> . . . . .	23
3.4.1 LabVirt . . . . .	23
3.4.2 RIVED . . . . .	24
3.4.3 OE <sup>3</sup> / e-Tools . . . . .	24
3.4.4 ESCOT . . . . .	24
<b>4 WEB SEMÂNTICA</b> . . . . .	26
4.1 <b>Modelos de Dados para a Descrição de Recursos</b> . . . . .	26
4.1.1 RDF . . . . .	26
4.1.2 Mapas de Tópicos . . . . .	28
4.1.3 LDAP . . . . .	29
4.2 <b>Linguagens para a construção da Web Semântica</b> . . . . .	30
4.2.1 XML . . . . .	30

4.2.2	XOL . . . . .	30
4.2.3	OIL . . . . .	30
4.2.4	DAML . . . . .	30
4.2.5	OWL . . . . .	30
<b>4.3</b>	<b>Serviços da Web . . . . .</b>	<b>31</b>
<b>4.4</b>	<b>Web Semântica x EAD . . . . .</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>PADRÕES EM E-LEARNING . . . . .</b>	<b>32</b>
<b>5.1</b>	<b>Especificações e Padrões de Metadados para Objetos de Aprendizagem . . . . .</b>	<b>32</b>
5.1.1	Especificações . . . . .	33
5.1.2	Padrões . . . . .	34
5.1.3	Relacionamentos entre padrões . . . . .	36
<b>6</b>	<b>REPOSITÓRIOS DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM . . . . .</b>	<b>39</b>
<b>6.1</b>	<b>Exemplos de Repositórios . . . . .</b>	<b>39</b>
6.1.1	MERLOT . . . . .	39
6.1.2	EOE . . . . .	40
6.1.3	CAREO . . . . .	40
6.1.4	Wisc-Online . . . . .	41
6.1.5	ICONEX . . . . .	41
6.1.6	CLOE . . . . .	41
6.1.7	LYDIA GLOBAL REPOSITORY . . . . .	42
<b>7</b>	<b>GROA . . . . .</b>	<b>43</b>
<b>7.1</b>	<b>Arquitetura do Sistema . . . . .</b>	<b>43</b>
<b>7.2</b>	<b>Usuários do Sistema . . . . .</b>	<b>44</b>
<b>7.3</b>	<b>Sub-sistema Gerenciador de Objetos de Aprendizagem . . . . .</b>	<b>45</b>
7.3.1	Descritores de OAs . . . . .	45
7.3.2	Buscas de Objetos de Aprendizagem . . . . .	45
<b>7.4</b>	<b>Sub-sistema Gerenciador de Mapas de Tópicos . . . . .</b>	<b>46</b>
7.4.1	MT gerado pelo GROA . . . . .	46
7.4.2	MT gerado pelo usuário . . . . .	48
7.4.3	Visualizações do Mapa de Tópicos . . . . .	48
7.4.4	Busca de Tópicos . . . . .	48
<b>7.5</b>	<b>Classificação de OAs . . . . .</b>	<b>50</b>
<b>7.6</b>	<b>Recuperação de OAs . . . . .</b>	<b>50</b>
<b>7.7</b>	<b>Utilização do GROA . . . . .</b>	<b>50</b>
<b>7.8</b>	<b>Funcionalidades do GROA . . . . .</b>	<b>51</b>
7.8.1	Gerenciamento de Usuários GROA . . . . .	51
7.8.2	Gerenciamento de OAs . . . . .	52
7.8.3	Gerenciamento de Mapas de Tópicos . . . . .	53
<b>8</b>	<b>IMPLEMENTAÇÃO . . . . .</b>	<b>58</b>
<b>8.1</b>	<b>Zope . . . . .</b>	<b>58</b>
8.1.1	Produtos Zope . . . . .	59
<b>8.2</b>	<b>Produto GROA . . . . .</b>	<b>59</b>
8.2.1	Componentes do GROA . . . . .	59
8.2.2	Buscas com ZCatalog . . . . .	62
8.2.3	Busca nos Mapas de Tópicos . . . . .	63
8.2.4	Instalação do Produto GROA . . . . .	63

<b>8.3</b>	<b>XML-RPC</b>	<b>65</b>
<b>9</b>	<b>USOS DO GROA</b>	<b>67</b>
<b>9.1</b>	<b>Metadados para OAs de museus</b>	<b>67</b>
<b>9.2</b>	<b>Integração do GROA ao ENSINET</b>	<b>67</b>
<b>9.3</b>	<b>OAs para o Theatro Sete de Abril</b>	<b>67</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>68</b>
<b>10.1</b>	<b>Trabalhos Futuros</b>	<b>68</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>70</b>
	<b>APÊNDICE A METADADOS PARA OBJETOS DE APRENDIZAGEM</b>	<b>74</b>
	<b>APÊNDICE B UTILIZAÇÃO DO PROTOCOLO XML-RPC NO GROA</b>	<b>79</b>



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADL	Advanced Distributed Learning
AICC	Aviation Industry CBT Committee
ARIADNE	Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe
DCMI	Dublin Core Metadata Initiative
EAD	Educação a Distância
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMS	Instructional Management Systems
LCMS	Learning Content Management System
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
LMS	Learning Management System
LOM	Learning Object Metadata
LTSC	Learning Technology Standards Committee
MT	Mapa de Tópicos
OA	Objeto de Aprendizagem
SCORM	Sharable Content Object Reference Model
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação

## LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1:	Exemplo de um grafo semântico em RDF . . . . .	27
Figura 5.1:	Modelo Hierárquico do padrão IEEE . . . . .	37
Figura 7.1:	Arquitetura do GROA . . . . .	43
Figura 7.2:	Visão Geral do GROA . . . . .	44
Figura 7.3:	Banco de OAs . . . . .	45
Figura 7.4:	Gerenciador de MTs . . . . .	46
Figura 7.5:	Exemplo de Mapa de Tópicos . . . . .	49
Figura 7.6:	Utilização do GROA . . . . .	51
Figura 7.7:	Tela de cadastro de usuários GROA . . . . .	51
Figura 7.8:	Tela de gerenciamento de usuários GROA . . . . .	52
Figura 7.9:	Tela de gerenciamento de cadastro de OAs . . . . .	53
Figura 7.10:	Classificação do OA no GROA . . . . .	53
Figura 7.11:	Formulário para a criação de anotações . . . . .	54
Figura 7.12:	Mapas de Tópicos GROA . . . . .	54
Figura 7.13:	Visualização Mapas de Tópicos - Visão Geral . . . . .	55
Figura 7.14:	Visualização Mapas de Tópicos - Tópicos OAs . . . . .	55
Figura 7.15:	Visualização Mapas de Tópicos - Classificação . . . . .	56
Figura 7.16:	Busca de Tópicos . . . . .	56
Figura 7.17:	Busca de Tópicos com Filtros . . . . .	57
Figura 8.1:	Componentes do GROA . . . . .	60
Figura 8.2:	Diagrama de Classes “ieee” . . . . .	61
Figura 8.3:	Diagrama de Classes do Mapa de Tópicos . . . . .	62
Figura 8.4:	Árvore de descritores LOM . . . . .	64
Figura 8.5:	Instanciando o Produto GROA - 1 . . . . .	64
Figura 8.6:	Instanciando o Produto GROA - 2 . . . . .	65

## LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1:	Elementos DCMI . . . . .	34
Tabela 5.2:	Categorias e elementos definidos pelo IEEE/LTSC . . . . .	36
Tabela 5.3:	Elementos da Categoria <i>Educational</i> e seus respectivos vocabulários .	37
Tabela 5.4:	Elementos do CanCore . . . . .	37
Tabela 5.5:	Dublin Core X LOM/IEEE (IEEE, 2002) . . . . .	38

## RESUMO

Um conceito recente, relacionado à tecnologia educacional, baseia-se na idéia de objetos de aprendizagem (OAs), entendidos como pequenos componentes que podem ser usados, reusados ou referenciados durante a aprendizagem suportada pela tecnologia. Paralelo a isto, várias organizações estão envolvidas num trabalho de desenvolvimento de padrões de metadados para estes objetos, a fim de facilitar a catalogação e recuperação dos mesmos. Desta forma, os OAs podem ser localizados mais facilmente e utilizados em diferentes contextos e plataformas e por diferentes pessoas.

O que se propõe para atingir esta facilidade de uso dos OAs é que os objetos sejam armazenados em bases de dados que são também conhecidas como repositórios, que fornecem ao usuário vários benefícios em termos de recuperação de informações.

Neste contexto, este trabalho apresenta o GROA - Gerenciador de Repositórios de Objetos de Aprendizagem, que disponibiliza recursos de criação de repositórios capazes de armazenamento, gerenciamento, indexação e estruturação de objetos de aprendizagem, e capazes de operar como serviços de Web, na internet. Este sistema foi implementado no Zope, que utiliza um banco de dados orientado a objetos, integrado a um servidor web.

O texto analisa o conceito de OA e o contextualiza em relação a questões como a educação a distância, ambientes de apoio ao ensino e reusabilidade de conteúdos. Também, detalha os padrões de metadados que permitem a inserção dos OAs como componentes da Web Semântica. Em particular, apresenta-se o mecanismo de mapas de tópicos utilizado para estruturar os repositórios de OAs gerenciados pelo GROA. Finalmente, o texto discute sobre os detalhes da implementação do GROA.

**Palavras-chave:** Metadados, objetos de aprendizagem, repositórios de objetos, mapas de tópicos.

## **GROA - A System for the Management of Learning Objects Repositories**

### **ABSTRACT**

A recent concept, related to the educational technology, is based on the learning object (LOs) idea, understood as small components that can be used, reused or referenced during the learning supported by the technology. Parallel to this, some organizations are involved in a work of development of metadata standards for these objects, in order to facilitate their cataloging and retrieval. So that, the LOs can be located and more easily used in different contexts and platforms and by different people.

What contributes to this considered to reach this easiness of use of the LOs is that the objects are stored in databases, also known as repositories, that supply the user with some benefits in terms of information retrieval.

In this context, this work presents the GROA - a System for the Management of Learning Objects Repositories, that offers resources for the creation of repositories able to store, manage, index and structure sets, and operate as a Web Service, in the Internet. This system was implemented in the Zope, that uses a oriented objects database, integrated to a server web.

The text analyzes the concept of LO and puts in perspective questions such as the distance education, environments of support to education and reusability of contents. Also, it details the metadata standards that they allow to the insertion of the LOs as component of the Web Semantics. In particular, the mechanism of topic maps is presented used to structuralize the repositories of LOs managed by the GROA. Finally, the text discourses on the details of the implementation of the GROA.

**Keywords:** metadata, learning objects, objects repositories, topic maps.

# 1 INTRODUÇÃO

Com as facilidades oferecidas pela Internet, materiais sobre os mais variados assuntos estão sendo disponibilizados aos usuários a todo instante. Ao mesmo tempo em que podemos considerar este aspecto como sendo uma vantagem, ele pode ser também encarado como uma barreira. Na área da educação, por exemplo, embora existam muitos materiais educacionais sendo criados e disponibilizados, o acesso a eles torna-se um processo cansativo e muitas vezes fracassado. As máquinas de busca oferecidas retornam uma quantidade enorme de informações e, às vezes, confusa, não satisfazendo as expectativas do usuário. Isso faz com que sejam criados materiais parecidos para propósitos similares.

Até recentemente não existia uma maneira fácil de catalogar e armazenar estes recursos para torná-los facilmente disponíveis. Felizmente, está sendo explorado o grande potencial da tecnologia visando a questão do desenvolvimento e distribuição mais efetiva de materiais on-line.

Atualmente, na maioria dos ambientes para a criação de cursos on-line, os cursos são pensados como blocos únicos, criados por uma única pessoa, ou equipe de pessoas, para serem usados em sistemas e plataformas específicos (ATL, 2003). A nova proposta é a de pensar em cursos como diversos blocos modulares, possivelmente criados por autores diferentes, visando a interoperabilidade das plataformas, e que possam ser juntados de diversas maneiras, formando unidades coerentes. E é aqui que surge a idéia de objetos de aprendizagem (OA).

Objetos de aprendizagem são elementos de um novo tipo de ensino baseado no computador, fundamentado no paradigma de orientação a objetos da Ciência da Computação. A orientação a objetos valoriza altamente a criação de componentes (chamados objetos) que podem ser reusados em muitos contextos. Esta é a idéia fundamental por trás de objetos de aprendizagem: projetistas educacionais podem criar pequenos (comparados ao tamanho do curso completo) componentes educacionais, que podem ser reusados várias vezes em diferentes contextos de aprendizagem. Os objetos de aprendizagem são geralmente entendidos como entidades digitais que podem ser distribuídas através da Internet, significando que qualquer número de pessoas pode acessá-los e usá-los simultaneamente (WILEY, 2000).

OAs são projetados para serem pequenos, flexíveis, portáteis e adaptáveis para muitas aplicações. Eles podem ser usados para preencher uma variedade de situações de ensino e estilos de aprendizagem, visto que a possibilidade de reutilização destes objetos oferece uma forma eficiente de readaptar atividades para diferentes tipos de alunos.

Recuperar, reusar e combinar diferentes objetos de aprendizagem, são alguns dos principais objetivos do trabalho de padronização. Uma pressuposição para realizar este objetivo é estruturar e unir o conteúdo de acordo com um padrão. Por exemplo, o conteúdo deve ser estruturado de forma que cada “módulo” seja uma unidade independente, que

é expressada através de um conjunto de metadados. Isto abre a possibilidade de misturar diferentes unidades de aprendizagem e colocá-las juntas para novas finalidades e em novos caminhos de aprendizagem (OLSEN, 2002).

Para facilitar a adoção comum da proposta de objetos de aprendizagem, algumas organizações foram formadas para desenvolver e fornecer padrões de tecnologia instrucional. Dentre elas, destaca-se o LTSC (Learning Technology Standards Committee), do IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), que desenvolveu um padrão de metadados para objetos de aprendizagem conhecido como LOM - *Learning Object Metadata*. Sem tais padrões, universidades, corporações e outras organizações ao redor do mundo não teriam uma forma para assegurar a interoperabilidade de suas tecnologias instrucionais, especificamente seus objetos de aprendizagem.

Segundo (OLSEN, 2002), o trabalho de padronização que se salienta hoje está baseado em um modelo chamado modelo de objeto de aprendizagem. A idéia fundamental por trás deste modelo é que o conteúdo de aprendizagem pode ser dividido em blocos, que podem ser associados a outros em novos cursos de aprendizagem da mesma maneira que se joga com blocos de LEGO.

Há ainda um outro assunto relacionado ao uso de recursos de aprendizagem on-line que se refere à facilidade de uso dos objetos de aprendizagem. O que se propõe para atingir esta característica é que os objetos sejam armazenados em bases de dados que são também conhecidas como repositórios, que fornecem ao usuário vários benefícios em termos de recuperação de informações (DOWNES, 2001).

Neste contexto, os repositórios de objetos são de fundamental importância, pois asseguram que o usuário pode encontrar conteúdos com padrões em termos de nível, qualidade e formato. Repositórios educacionais devem permitir uma recuperação mais fácil e precisa, através de protocolos de consulta específicos.

A proposta deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema de gerência de repositórios de objetos de aprendizagem (GROA), capaz de gerenciar o armazenamento de documentos baseados no padrão LOM v1.0, que suporte a inclusão de novos padrões, e possibilite a consulta, edição e recuperação remota, via Web, dos objetos armazenados, bem como um sistema de classificação local.

O GROA foi implementado na plataforma Zope, utilizando-se a linguagem Python.

## 1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema de gerência de repositórios de objetos de aprendizagem (GROA), capaz de gerenciar o armazenamento de documentos descritos por metadados.

Algumas características deste sistema são:

- gerência dos objetos armazenados (controle de acesso, etc.)
- suporte à edição remota de metadados
- suporte a diferentes visões de padrões de metadados, visto que alguns padrões como Dublin Core e CanCore estão incluídos no padrão LOM utilizado no GROA
- suporte a um protocolo web para pesquisa e recuperação de objetos de aprendizagem
- suporte à recuperação semântica dos objetos

- suporte à definição de perfis de recuperação de objetos, definidos pelo usuário
- implementação baseada em banco de dados orientado a objetos, integrado a servidor web

## 1.2 Organização

Este texto está organizado conforme descrito a seguir.

O capítulo 2 descreve a educação a distância com o uso de novas tecnologias e como os objetos de aprendizagem estão inseridos neste contexto. Apresenta ainda alguns ambientes de apoio ao ensino disponíveis atualmente.

No capítulo 3 é apresentado o modelo de objetos de aprendizagem. São citadas algumas definições utilizadas para estes objetos juntamente com outras denominações encontradas na literatura referentes a esta nova proposta na área da educação. A seguir são mostradas as características dos OAs e a descrição de algumas instituições envolvidas na criação destes.

O capítulo 4 ressalta a importância da Web Semântica para dar significado às informações disponíveis na web. Descreve seus componentes e linguagens utilizadas, bem como seus benefícios para a EAD.

No capítulo 5 são encontradas as especificações e padrões de metadados para objetos de aprendizagem. São apresentadas as organizações envolvidas em diferentes etapas da construção do atual padrão LOMv1.0 e o relacionamento deste com outros padrões.

Alguns exemplos de repositórios de objetos de aprendizagem são descritos no capítulo 6. São destacados nos repositórios o tipo de armazenamento dos objetos (centralizado ou distribuído), conjunto de metadados utilizado e formas de classificação dos OAs.

O capítulo 7 apresenta o GROA, sistema de Gerência de Repositórios de OAs concebido e implementado neste trabalho. Este capítulo detalha a arquitetura do sistema, os tipos de usuários, as formas de classificação e recuperação de OAs, possíveis utilizações do GROA e funcionalidades oferecidas.

O capítulo 8 descreve detalhes de implementação do GROA, destacando a sua criação como um Produto Zope. Informações sobre componentes do produto e observações para a sua instalação também são encontradas neste capítulo.

A seguir, no capítulo 9, são citadas algumas utilizações do GROA que estão sendo realizadas atualmente.

Finalmente, o capítulo 10 apresenta as conclusões e trabalhos futuros a serem realizados com base neste estudo e na implementação desenvolvida.



## 2 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

A Educação a Distância (EAD) é uma área que vem sendo bastante explorada nos últimos anos. Sua principal característica é o estabelecimento de uma comunicação de dupla-via, na qual o professor e o aluno não se encontram juntos no mesmo espaço físico, necessitando de meios que possibilitem a comunicação entre ambos.

A utilização de novas tecnologias aliadas à necessidade de se aprender rapidamente vem tornando o ensino a distância uma ferramenta útil nos dias atuais e a procura por mecanismos computacionais que permitam a evolução desta tecnologia não para de crescer.

Uma tecnologia bastante usada na EAD tem sido a *World Wide Web*, que possibilita o oferecimento de educação e treinamento em larga escala, a publicação de materiais didáticos, a aplicação de aulas e treinamentos a distância, entre outras facilidades.

Também são observadas mudanças no que se refere ao desenvolvimento de materiais didáticos. Com o avanço das tecnologias de informação e comunicação (TICs) torna-se possível a utilização de conteúdos didáticos estruturados e mais organizados. Esses conteúdos podem ser disponibilizados na Web em diferentes formatos como hipertexto, vídeo, animações, etc. Um destaque nesta área são os Objetos de Aprendizagem que procuram promover a perfeita divulgação e organização de materiais didáticos na Internet, facilitando a utilização dos mesmos para diferentes propósitos. Desta maneira, eles surgem como um importante elemento para auxiliar no desenvolvimento de cursos eletrônicos, desde o seu planejamento até a disponibilização e atualização.

### 2.1 Ambientes de Apoio ao Ensino

Atualmente, existem vários ambientes de ensino-aprendizagem disponíveis na web. A maioria deles trata da criação de cursos à distância utilizando a web como ferramenta de disponibilização de material para os alunos.

A seguir são descritos alguns destes ambientes.

#### 2.1.1 AulaNet

O AulaNet é um software *LMS (Learning Management System)* que constitui uma eficiente plataforma de ensino. A ferramenta foi desenvolvida no Laboratório de Engenharia de Software - LES - do Departamento de Informática da PUC-Rio, em 1997 (AULANET, 2003).

O ambiente de criação e manutenção de cursos apoiados em tecnologia da Internet pode ser utilizado tanto para ensino a distância como para complementação às atividades de educação presencial e treinamento de profissionais. Professores e alunos de universidades no Brasil e no exterior utilizam o AulaNet, assim como empresas e órgãos

governamentais interessados em modernizar, agilizar e baratear o treinamento de seus funcionários.

O AulaNet se apóia nas seguintes premissas:

- os cursos criados possuem grande capacidade de interatividade, de forma a atrair a participação intensa do aluno no processo de aprendizado;
- o autor do curso não precisa ser necessariamente um especialista em Internet, o AulaNet é uma ferramenta amigável;
- os recursos oferecidos para a criação de cursos devem corresponder aos de uma sala de aula convencional, acrescidos de outros normalmente disponíveis no ambiente Web;
- deve ser possível a reutilização de conteúdos já existentes em mídia digital, através, por exemplo, da importação de arquivos dos softwares padrão de mercado (ex. Word, Power Point, etc.).

A ferramenta agrega aos cursos ofertados os seguintes serviços: Comunicação (grupo de interesse, grupo de discussão, contato com o professor e debate), avaliação (teste, projeto, exercício e resultados), materiais didáticos (plano de aulas, transparências, apresentação gravada, texto de aula, livro texto, demonstrações, bibliografia) e funcionalidades gerais (tutorial sobre Internet, home-page de alunos e busca).

Portanto, se comparado a uma escola tradicional, pode-se dizer que o AulaNet seria a própria sala (virtual) de aula do instrutor/ professor e do aluno.

### **2.1.2 TelEduc**

O TelEduc é um ambiente para a criação, participação e administração de cursos na Web. Ele foi concebido tendo como alvo o processo de formação de professores para informática educativa, baseado na metodologia de formação contextualizada desenvolvida por pesquisadores do NIED (Núcleo de Informática Aplicada à Educação) da Unicamp (TELEDUC, 2003). O TelEduc foi desenvolvido de forma participativa, ou seja, todas as suas ferramentas foram idealizadas, projetadas e depuradas segundo necessidades relatadas por seus usuários. Com isso, ele apresenta características que o diferenciam dos demais ambientes para educação a distância disponíveis no mercado, como a facilidade de uso por pessoas não especialistas em computação, a flexibilidade quanto a como usá-lo, e um conjunto enxuto de funcionalidades.

O TelEduc foi concebido tendo como elemento central a ferramenta que disponibiliza Atividades. Isso possibilita a ação onde o aprendizado de conceitos em qualquer domínio do conhecimento é feito a partir da resolução de problemas, com o subsídio de diferentes materiais didáticos como textos, software, referências na Internet, dentre outros, que podem ser colocadas para o aluno usando ferramentas como: Material de Apoio, Leituras, Perguntas Frequentes, etc.

A intensa comunicação entre os participantes do curso e ampla visibilidade dos trabalhos desenvolvidos também são pontos importantes, por isso foi desenvolvido um amplo conjunto de ferramentas de comunicação como o Correio Eletrônico, Grupos de Discussão, Mural, Portfólio, Diário de Bordo, Bate-Papo etc., além de ferramentas de consulta às informações geradas em um curso como a ferramenta Intermap, Acessos, etc.

### 2.1.3 ENSINET

O ENSINET é um ambiente colaborativo, baseado na web, que oferece suporte ao ensino semi-presencial, estimulando a realização de atividades extra-classe pelos alunos. Este sistema automatiza o processo de proposta de atividades pelo professor, bem como a disponibilidade de materiais de apoio ao ensino. Sua versão inicial foi desenvolvida na Universidade Católica de Pelotas em 2001 (ENSINET, 2003).

Dentre suas funcionalidades, cada disciplina cadastrada no ENSINET oferece alguns recursos para os usuários, tais como: Mural de Avisos, Material de Apoio, Atividades, Notas, Downloads, Páginas dos Alunos, Uploads, Aplicações, Links Relacionados, Lista de Discussão e Fórum de Discussão. Todos estes recursos são gerenciáveis pelo professor.

Cada professor define para a sua disciplina os materiais, as atividades, etc., e esse gerenciamento é feito totalmente através do ambiente ENSINET. Algumas outras funcionalidades são específicas do professor, como: a opção de criação de sites internos que possibilita que o professor armazene seus próprios sites no sistema ENSINET, e Importação de Dados que permite que o professor possa importar os dados cadastrados em uma disciplina já existente para uma nova disciplina que está sendo criada.

Em sua nova versão, que está em fase final de desenvolvimento, o ENSINET se tornou plenamente compatível com o GROA (ver seção 9.2) (COSTA; MIRANDA; DIMURO, 2004).

### 2.1.4 WebCT

O WebCT (*Web Course Tools*) é uma ferramenta comercial que foi desenvolvido pelo Departamento de Ciência da Computação da Universidade de British Columbia no Canadá (GOLDBERG; SALARI, 1997).

Ele é um sistema que facilita a criação de ambientes educacionais baseados na Web, podendo ser usado para criar cursos online ou para publicar materiais que complementam cursos presenciais. Possui ferramentas que facilitam o aprendizado, comunicação e colaboração, além de ferramentas administrativas que auxiliam o professor no decorrer do curso.

A principal vantagem associada ao WebCT está na possibilidade de se estabelecer um ambiente de ensino e aprendizado integrado, contendo uma série de ferramentas educacionais tais como sistema de conferência, chat, correio eletrônico, acompanhamento do aluno, suporte para projetos colaborativos, auto-avaliação, questionários, distribuição e controle de notas, glossário, controle de acesso, calendário do curso, geração automática de índices e pesquisa, entre outras.

Além de ferramentas educacionais que auxiliam o aprendizado, a comunicação e a colaboração, o WebCT também fornece um conjunto de ferramentas administrativas para auxiliar o autor no processo de gerenciamento e melhoria contínua do curso.

### 2.1.5 TopClass

O TopClass é uma ferramenta comercial desenvolvida pela WBT Systems (*Web-Based Training*). É um sistema de gerenciamento de ensino à distância que cuida de todos os aspectos no que diz respeito ao conteúdo, gerenciamento e entrega de material. Ele funciona como uma aplicação cliente/servidor em Intranet e Internet (WBT, 2003).

Basicamente, o sistema pode ser dividido quanto aos seguintes aspectos:

- Ferramentas de colaboração: o aluno pode enviar mensagens para o professor enquanto acessa o curso; o professor receberá a mensagem, bem como a indicação do

ponto exato do curso onde o aluno estava, quando enviou a mensagem. Também tem-se listas de discussão em vários níveis, sala especial de avisos, etc;

- Conhecimento da situação do aluno: para cada usuário, o sistema registra as páginas lidas, não lidas e as novas páginas colocadas no sistema, bem como as mensagens enviadas/recebidas. Assim, o aluno saberá facilmente que material deve rever, que material é novo, etc., e o professor saberá como está o progresso do aluno no curso, no que se refere ao acesso e ao conteúdo do mesmo;
- Ambiente para a construção de cursos: o professor poderá montar seu curso, tendo apenas um Web browser, ou importar de algum software existente (Microsoft Word, PowerPoint, etc) para o TopClass. Os cursos são compostos por *Units of Learning Material* (ULMs), que podem ser páginas, exercícios ou outras ULMs. Os cursos podem ser remodelados sempre que necessário, pois o sistema garante a sua consistência, assim como uma ULM pode ser usada por mais de um curso;
- Testes e exercícios: permite que o professor crie testes e exercícios que serão corrigidos pelo professor ou automaticamente pelo sistema. Com base no resultado do aluno, o sistema tomará algumas ações, como por exemplo passar material extra para o aluno que não se saiu bem, assim como comunicar ao professor;
- Segurança: o aluno só terá acesso ao material, grupos de discussão e anúncios que forem direcionados à classe que ele pertence. A verificação dos direitos de acesso é feita para cada objeto, proporcionando um poderoso controle de acesso, permitindo inclusive, diferentes tipos de acesso a um objeto.

## 3 OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Objetos de aprendizagem são elementos de um novo tipo de ensino baseado no computador e na Internet, fundamentado no paradigma de orientação a objetos da Ciência da Computação. Eles surgiram com o objetivo de possibilitar a localização de conteúdos educacionais na web e têm sido apontados pela literatura como uma solução eficiente para os problemas de redução de custo de desenvolvimento de conteúdo devido à sua grande capacidade de reutilização, proveniente da programação OO. Desta forma um objeto de aprendizagem desenvolvido por uma pessoa é disponibilizado a outros instrutores que podem utilizá-los em diferentes propósitos educacionais.

Neste contexto, os cursos são pensados como blocos modulares, possivelmente criados por autores diferentes, visando a interoperabilidade das plataformas e que possam ser juntados de diversas maneiras formando unidades coerentes.

Uma analogia utilizada para ilustrar esta idéia é a comparação dos OAs com peças LEGO, com as quais é possível construir objetos que por sua vez também podem ser usados como peças para uma construção maior e assim sucessivamente (MIRANDA; COSTA, 2003a).

Alguns exemplos de OAs incluem animações, imagens, textos, vídeos, jogos, etc. Estes recursos podem ser disponibilizados para educadores na tentativa de otimizar o desenvolvimento de conteúdos educacionais.

### 3.1 Definições para OAs

Uma definição para OAs é apresentada pelo *Learning Technology Standards Committee* (LTSC - IEEE):

“OAs podem ser definidos como qualquer entidade, digital ou não-digital, que pode ser usada, reusada ou referenciada durante a aprendizagem suportada pela tecnologia. Exemplos de aprendizagem suportada pela tecnologia incluem sistemas de treinamento baseado no computador, ambientes de aprendizagem interativos, sistemas de ensino a distância e ambientes de aprendizagem colaborativa. Exemplos de objetos de aprendizagem incluem conteúdo multimedia, conteúdo instrucional, objetivos de aprendizagem, software e ferramentas de software instrucional, e pessoas, organizações ou eventos referenciados durante a aprendizagem suportada pela tecnologia” (IEEE, 2003).

Esta definição é bastante ampla e considera não apenas recursos digitais como sendo OAs, mas qualquer tipo de entidade que possa ser utilizada numa aprendizagem suportada pela tecnologia da informação. Existem outras definições para OAs que consideram apenas recursos digitais, conforme mostrado a seguir:

“Um objeto de aprendizagem é qualquer recurso digital com um valor pedagógico demonstrado, que pode ser usado, re-usado ou referenciado para suporte de aprendizagem. OAs podem assim ser uma applet Java, uma animação Flash, um quiz online, ou um filme QuickTime, mas pode também ser uma apresentação Power Point ou arquivo pdf, uma imagem, um site ou uma web Page” (CAREO, 2002a).

“Um objeto de aprendizagem é qualquer recurso digital que possa ser utilizado para o suporte ao ensino” (Willey, 2002).

Estas definições incluem qualquer recurso digital reusável que possa ser distribuído através da rede, seja ele pequeno (como imagens, fotos, etc) ou grande (como páginas web que combinam textos, imagens, etc).

Uma abordagem mais técnica e restrita para OAs é utilizada pelo EOE (*Educational Object Economy*), onde somente Applets Java são consideradas objetos de aprendizagem (EOE, 2003).

### 3.2 Outras denominações para OAs

Outras denominações para Objetos de Aprendizagem podem ser encontradas na literatura, tais como :

- objetos de conhecimento (David Merrill, citado por (WILEY, 2000));
- componentes instrucionais (David Merrill, citado por (WILEY, 2000));
- objetos educacionais (TAROUCO; FABRE; TAMUSIUNAS, 2003);
- documentos pedagógicos (ARIADNE, 2002);
- componentes de software educacional (ROSCHELLE et al., 2003);
- materiais de aprendizagem on-line (MERLOT, 2002);
- recursos (ALI, 2002);
- *shareable content object (SCO)*; (ADL, 2002)
- *assignable unit (AU)*; (AICC, 2002)

### 3.3 Características dos OAs

Os objetos de aprendizagem possuem características que procuram resolver diversos problemas existentes atualmente quanto ao armazenamento e distribuição de informação por meios digitais. As características enfocadas por (LONGMIRE, 2000) são as seguintes:

- **Flexibilidade:** Eles podem ser reutilizados sem nenhum tipo de manutenção. Essa capacidade de reutilização é uma das principais vantagens deste novo paradigma.
- **Facilidade para Atualização:** Como os mesmos objetos são utilizados em diversos momentos a atualização dos mesmos em tempo real é relativamente simples, desde que todos os dados relativos a este objeto estejam em um mesmo banco de informações. A necessidade de se atualizar este conhecimento em todos os ambientes que o utilizam é desnecessário.

- **Customização:** A mesma característica que proporciona ao objeto flexibilidade também proporciona uma customização jamais encontrada em outro paradigma educacional. Como os objetos são independentes, a idéia de utilização dos mesmos em um curso, especialização ou qualquer outro tipo de qualificação torna-se real, sendo que cada entidade educacional pode utilizar-se dos objetos e arranjá-los da maneira que mais convier.
- **Interoperabilidade:** A criação de um padrão para o armazenamento de Objetos de Aprendizagem cria mais uma vantagem do modelo, a interoperabilidade, ou seja, um objeto deve ser capaz de operar em uma ampla variedade de hardware, sistemas operacionais e browsers web.
- **Aumento do valor de um Conhecimento:** A partir do momento que um objeto é reutilizado diversas vezes em diferentes contextos, ele vem sendo melhorado ao longo do tempo. A melhora significativa da qualidade do ensino é mais uma vantagem que pode ser considerada ao pensar-se em Objetos de Aprendizagem.
- **Indexação e Procura:** A padronização dos objetos visa também a facilitar a idéia de se procurar por um objeto necessário, quando um conteudista necessitar de determinado objeto para completar seu conteúdo programático, a padronização dos mesmos e a utilização de assinaturas digitais tende a criar uma maior facilidade em procurar, encontrar objetos com mesmas características em qualquer banco de objetos que esteja disponível para eventuais consultas.
- **Modularidade:** O OA deve ser uma “caixa preta”, no sentido descrito na teoria de projeto orientado a objetos, onde as implementações dos objetos são escondidas dos usuários destes objetos.

### 3.4 Criação de OAs

Existem alguns projetos trabalhando na criação de objetos de aprendizagem baseados nestas características de forma a fornecer materiais de suporte ao ensino utilizando novas tecnologias. A seguir estão listados os projetos analisados.

#### 3.4.1 LabVirt

O LabVirt - Laboratório Didático Virtual - é uma iniciativa da Escola do Futuro da Universidade de São Paulo e tem como principal objetivo construir uma infra-estrutura pedagógica e tecnológica - comunidade de aprendizagem - que facilite o desenvolvimento de projetos de física nas escolas e incentive no aluno: o pensamento crítico, o uso do método científico, o gosto pela ciência e principalmente a reflexão e compreensão do mundo que o cerca (LABVIRT, 2003).

A equipe do LabVirt constrói objetos de aprendizagem baseados em encomendas de alunos de escolas da rede pública, que atuam como roteiristas de situações que são transformadas em animações e simulações. Estes objetos encontram-se disponíveis em <http://www.labvirt.futuro.usp.br>.

A principal área abordada atualmente pelo LabVirt é a Física, mas existem esforços para a adoção de outras áreas.

### 3.4.2 RIVED

O projeto RIVED (Red Internacional Virtual de Educación), desenvolvido no Ministério da Educação do Brasil pela Secretaria de Educação a Distância (SEED) e Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC), é uma iniciativa para criação de material didático digital com intuito de otimizar o processo de ensino das ciências da natureza e da matemática no ensino médio presencial (RIVED, 2003).

Os materiais produzidos são módulos educacionais que abordam unidades curriculares das áreas de conhecimento e tem como elemento chave o uso das novas tecnologias de informática e comunicação. As áreas abordadas neste projeto incluem Biologia, Física, Química e Matemática (<http://rived.proinfo.mec.gov.br/default.htm>).

Estes módulos são compostos por objetos de aprendizagem que podem ser utilizados individualmente ou como parte de uma estratégia, como sugerido no módulo, de acordo com a necessidade do professor. Para encorajar o melhor uso dos OAs, o guia do professor, que acompanha os módulos, sugere várias atividades complementares, práticas de avaliação e material de referência.

Uma expansão do projeto RIVED é a Fábrica Virtual (RIVED, 2004), que possibilitará que Instituições Públicas do Ensino Superior participem do processo de produção dos módulos educacionais nos moldes dos desenvolvidos pelo RIVED.

### 3.4.3 OE<sup>3</sup> / e-Tools

O Projeto OE<sup>3</sup> / e-Tools visa o desenvolvimento de Objetos Educacionais como apoio para uma rede de ensino e aprendizagem em Engenharia de Estruturas.

Este projeto tenta suprir uma parte da necessidade de utilização de novas metodologias para melhorar os resultados do processo de ensino e aprendizagem, através do emprego de técnicas adequadas para o desenvolvimento de softwares na forma de “Objetos Educacionais” e outras ferramentas computacionais voltados para a comunidade acadêmica de uma forma padronizada. Além disso, visa compartilhar experiências com outras instituições que também desenvolvem trabalhos nessa área, com fins de cooperação e parcerias (OE<sup>3</sup>, 2004).

Os “Objetos Educacionais” estão classificados em Categorias Estruturais, organizados a partir dos sistemas construtivos fundamentais e de acordo com as disciplinas do Curso Engenharia Civil da UFPR.

Os objetos criados neste projeto encontram-se em <http://www.cesec.ufpr.br/etools>.

### 3.4.4 ESCOT

ESCOT - *Educational Software Components of Tomorrow* - é um projeto de pesquisa da NFS (National Science Foundation) no SRI International's Center for Technology in Learning.

O projeto ESCOT está explorando o aspecto da montagem de software de educação matemática a partir de componentes ao invés da criação de novos programas ou aplicações para cada necessidade curricular. Os componentes típicos, desenvolvidos neste projeto, incluem gráficos, tabelas, simulações, bem como ferramentas para manipular geometria e álgebra. Segundo (ROSCHELLE et al., 2003), usando potencialidades da linguagem Java e sistemas associados, é possível construir componentes educacionais individuais de modo que autores não técnicos possam combiná-los de maneira flexível, compondo novas atividades e lições.



No site do ESCOT (<http://www.escot.org>) estão disponíveis as ferramentas (componentes) criadas, bem como problemas interativos sugeridos a partir da utilização destas ferramentas.

## 4 WEB SEMÂNTICA

A Web foi projetada para ser um espaço onde a informação teria um significado bem definido, facilitando a cooperação e a comunicação entre as pessoas e os agentes computacionais. No entanto, com o crescimento exponencial da Web tornou-se difícil indexar as informações. A linguagem HTML, que popularizou a Web e é utilizada pela maioria dos sites, não possui recursos que permitam atribuir significado à informação. Ela apenas descreve como a página deve ser exibida e não oferece nenhuma descrição dos dados. Isto gerou uma Web voltada mais para a comunicação entre os humanos, que são capazes de distinguir entre as informações disponíveis.

Para se obter maiores informações sobre os dados na Internet surgiu o conceito de Metadados, que são definidos como “dados sobre dados” na Web. A finalidade principal é documentar e organizar de forma estruturada os dados com objetivo de facilitar a sua manutenção, pensando na informação para as máquinas, “*Machine-understandable Information*”.

Com este mesmo objetivo, surgiu uma nova área de estudo, a Web Semântica, que é um esforço conjunto para representação de dados na Web, liderado pela W3C (*World Wide Web Consortium*), com a participação de muitos parceiros e pesquisadores. Segundo (BERNES-LEE; HENDLER; LASSILA, 1998), a Web Semântica é uma extensão da Web tradicional, onde, a partir do uso intensivo de metadados, espera-se obter o acesso automatizado à informação com base no processamento semântico de dados e heurísticas feito por máquinas. A integração das tecnologias *eXtensible Markup Language* (XML), *Resource Description Framework* (RDF), padrões de metadados e ontologias, entre outras, permitirá o fornecimento de serviços Web com maior qualidade e, também, a possibilidade de inferir novos conhecimentos.

As tecnologias relacionadas à Web Semântica englobam desde linguagens de transporte de dados (XML); para a representação de estrutura desses dados, tais como o RDF e mapas de Tópicos; e linguagens para a representação da semântica desses dados, entre elas XOL, OIL, DAML+OIL e OWL, explicitando restrições sobre a semântica do mundo real.

### 4.1 Modelos de Dados para a Descrição de Recursos

#### 4.1.1 RDF

*Resource Description Framework* (RDF) é uma linguagem para a representação de informação sobre recursos na *World Wide Web* (W3C, 2004a). Ela é particularmente destinada à representação de metadados sobre recursos Web, tais como título, autor, data da página, etc. em situações nas quais esta informação precisa ser processada por aplicações,

ao invés de ser somente mostrada para pessoas. RDF fornece uma estrutura para expressar esta informação tal que ela possa ser trocada entre aplicações sem perda de significado.

RDF baseia-se na idéia de identificar objetos usando URIs (*Uniform Resource Identifiers*), e descrever recursos em termos de propriedades simples e valores de propriedades. Isto permite ao RDF representar proposições simples sobre estes recursos como grafos semânticos. Um exemplo desta representação, extraído de (W3C, 2004a), pode ser observado na Figura 4.1.

Neste exemplo está sendo representado o seguinte grupo de proposições: “Há uma pessoa identificada por <http://www.w3.org/People/EM/contact#me>, cujo nome é Eric Miller, cujo e-mail é [em@w3.org](mailto:em@w3.org) e cujo título é Dr.”.

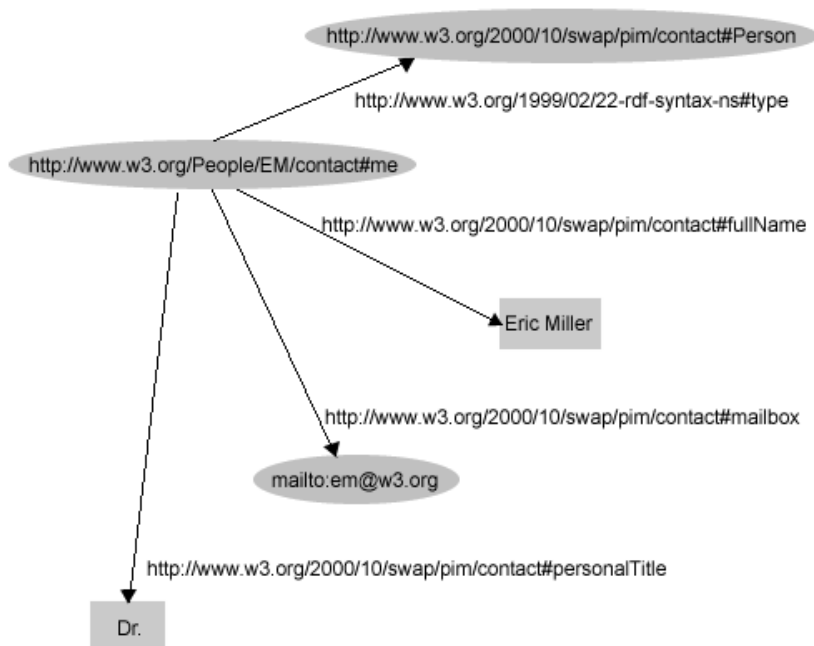


Figura 4.1: Exemplo de um grafo semântico em RDF

A W3C também especifica uma sintaxe baseada em XML (chamada RDF/XML) para gravar e exportar estes grafos. Um trecho de RDF em RDF/XML correspondente à Figura 4.1 seria:

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:contact="http://www.w3.org/2000/10/swap/pim/contact#">
  <contact:Person rdf:about="http://www.w3.org/People/EM/contact#me">
    <contact:fullName>Eric Miller</contact:fullName>
    <contact:mailbox rdf:resource="mailto:em@w3.org"/>
    <contact:personalTitle>Dr.</contact:personalTitle>
  </contact:Person>
</rdf:RDF>
```

Da mesma forma que HTML, RDF/XML é processável pelo computador, mas diferentemente do HTML, as URIs empregadas no RDF/XML podem fazer referência a qualquer objeto, incluindo aqueles que não são acessíveis via Web, como uma pessoa, um livro, um carro, uma empresa, etc.

Como uma tecnologia de gerenciamento de informações, RDF tem várias áreas de aplicação possíveis. Ela foi principalmente desenvolvida para uso na web semântica, mas também tem sido descrita como tecnologia de gerenciamento de conteúdo, tecnologia de gerenciamento de conhecimento, tecnologia de portal, e também como um dos pilares do comércio eletrônico.

#### 4.1.2 Mapas de Tópicos

Os mapas de tópicos surgiram para facilitar o gerenciamento e navegação de grandes quantidades de informação. Eles possibilitam a navegação de recursos de informação baseados no seu assunto e os relacionamentos entre vários assuntos, ao invés do seu formato, estrutura ou conteúdo específico (AHMED et al., 2001). Atualmente os mapas de tópicos estão definidos pelo padrão ISO 13250.

Segundo (REZENDE, 2003), um mapa de tópicos consiste de 3 elementos principais:

- Tópicos: que são objetos de informação representando assuntos do mundo real de interesse para o mapa.
- Associações: que representam o relacionamento entre dois ou mais tópicos, em que cada tópico representa um papel específico. O papel desempenhado pelo tópico na associação é uma característica que pode ser explicitamente atribuída ao tópico.
- Ocorrências: que ligam recursos aos tópicos.

Podem existir vários tópicos do mesmo tipo (ex: professor, disciplina). Neste caso, utiliza-se a criação de um tópico representando uma classe de todos estes tópicos. Esta classe é conhecida como **tipo de tópico**. O mesmo pode ocorrer com associações e ocorrências, resultando em **tipos de associações** e **tipos de ocorrências**.

Uma linguagem utilizada para representar Mapas de Tópicos usando a sintaxe XML é conhecida como XTM (XML Topic Maps) e foi desenvolvida pela TopicMaps.Org. A seguir é apresentado um trecho de XTM.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<topicMap xmlns="http://topicmaps.org/xtm/1.0/"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink">
<topic id="raquel">
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href="#developer">
  </instanceOf>
  <baseName>
    <baseNameString>Raquel Miranda</baseNameString>
  </baseName>
</topic>
</topicMap>
```

A principal aplicação dos mapas de tópicos está relacionada ao problema de localização de informações (“como encontrar a informação que se está procurando em um grande conjunto de informações”). Eles podem também ser usados para gerenciamento de conhecimento, índices eletrônicos, esquemas de classificação, desenvolvimento de portal e gerenciamento de conteúdo e são também descritos como uma tecnologia para a web semântica.

### 4.1.3 LDAP

LDAP (“*Lightweight Directory Access Protocol*”) é um protocolo de acesso a diretórios extensível e padrão. É um protocolo “lightweight” (peso leve), que significa que ele é eficiente, direto e fácil de implementar, ainda sendo altamente funcional (HOWES; SMITH; GOOD, 1999).

Um diretório é um tipo de base de dados especializada que suporta armazenamento de uma grande quantidade de informação e provê um mecanismo para estender os tipos de informação que podem ser armazenadas. Diretórios são **dinâmicos; flexíveis**, tanto no tipo de informações que podem armazenar, quanto nas formas em que esta informação pode ser armazenada e procurada; podem ser “**seguros**” através do controle de acesso aos dados que armazenam; e podem ser **personalizados** quanto à distribuição do serviço para usuários do diretório e quanto ao tratamento da informação contida no diretório.

Além do seu papel como um protocolo de rede, o padrão LDAP também define 4 modelos que guiam o usuário no uso do diretório. Estes modelos promovem interoperabilidade entre instalações de diretórios ainda permitindo a flexibilidade de adaptar o diretório para necessidades específicas. Os 4 modelos LDAP são:

- O **modelo de informação LDAP**, que define o tipo de dados que se pode colocar no diretório.
- O **modelo de nomes LDAP**, que define como se organiza e se refere aos dados no diretório.
- O **modelo funcional LDAP**, que define como se acessa e atualiza a informação no diretório.
- O **modelo de segurança**, que define como a informação no diretório pode ser protegida de um acesso não autorizado.

O modelo de nomes LDAP permite atribuir um nome único para qualquer elemento tornando possível referir-se a qualquer elemento sem ambigüidade. De acordo com este modelo, os elementos são organizados em uma estrutura de árvore invertida.

No LDAP, a referência a registros é feita através de DN’s (*distinguished names*). O nome de um elemento no LDAP é formado pela conexão em série de todos os nomes individuais dos elementos pais até a raiz. Em qualquer DN, o componente mais à esquerda é chamado RDN (*relative distinguished name*). No meio de um conjunto de elementos que compartilham um “pai” comum, cada RDN deve ser único.

No modelo funcional LDAP são descritas as operações que podem ser executadas no diretório usando o protocolo LDAP. Dentre elas estão as operações de interrogação que permitem pesquisar recuperar dados no diretório.

Embora a operação de busca LDAP seja extremamente flexível, existem alguns tipos de buscas que são usadas mais frequentemente que outras, como:

- Recuperação de um único registro.
- Lista de todos os registros diretamente abaixo de um registro.
- Procura por registros relacionados dentro de uma sub-árvore.

## 4.2 Linguagens para a construção da Web Semântica

### 4.2.1 XML

A XML é uma linguagem de marcação de dados (*eXtensible Markup Language*) utilizada para descrever dados estruturados. Como facilidades XML oferece: meios para declaração de conteúdos de forma mais precisa; mecanismos de recuperação de dados em múltiplas plataformas; regras de formatação de documentos muito mais rígidas do que as oferecidas em HTML; e condições para criar um número infinito de tags para dados estruturados (Duarte & Furtado Júnior, 2002). Outra característica importante da XML é a permissão para analisar se a estrutura do documento está bem formada; isto é possível através da utilização do mecanismo Document Type Definitions (DTD). Em XML os documentos são arquivos do tipo texto, o que facilita a depuração das aplicações.

### 4.2.2 XOL

A linguagem *XML-based Ontology Exchange Layer* (XOL) fornece um formato que permite o intercâmbio de definições contidas em um conjunto de ontologias que se relacionam (KARP; CHAUDRI; THOMERE, 1999). Estas definições são utilizadas para codificar as informações do esquema (metadados), como as definições das classes dos objetos das bases de dados bem como as informações que não fazem parte do esquema, como as definições dos objetos a partir dos objetos das bases de dados. A sintaxe da XOL baseia-se em XML por ser razoavelmente simples de ser validada. Já as semânticas da XOL, baseiam-se em *Open Knowledge Base Connectivity* (OKBC)-Lite (<http://www.ai.sri.com/okbc/>), um modelo de conhecimento simplificado.

### 4.2.3 OIL

A *Ontology Inference Layer* (OIL) é uma linguagem para a representação de ontologias que: fornece a maior parte das primitivas de modelagem utilizadas em ontologias baseadas em frames; possui semânticas simples, claras e bem definidas, baseadas na lógica de descrição (*Description Logic*); e apresenta suporte para dedução automática (HORROCKS et al., 2002). Embora as linguagens XOL e OIL apresentem muitas semelhanças elas diferem em termos de suporte computacional, característica na qual OIL leva vantagem. A linguagem OIL estende a XOL, fornecendo uma série de construções comuns em ontologias definidas em lógica de descrição, e que não são possíveis de se expressar em XOL. Além disso, OIL possui ferramentas de suporte que facilitam a edição e validação de ontologias.

### 4.2.4 DAML

A linguagem DAML (*DARPA Agent Markup Language*) foi desenvolvida como uma extensão para XML e RDF (DAML, 2003). A última versão da linguagem (DAML+OIL) fornece um rico conjunto de construções com o objetivo de criar ontologias e marcar informações de forma que seja compreendido e legível por máquina. A DAML possui uma infra-estrutura básica que permite às máquinas realizarem a mesma classificação de inferências que os seres humanos fazem.

### 4.2.5 OWL

A OWL (*Web Ontology Language*) é uma linguagem para ontologias Web, utilizada para representar explicitamente o conjunto de termos de um vocabulário e os relaciona-

mentos entre estes termos (BECHHOFER et al., 2004). Ela é uma revisão do DAML+OIL e é a nova linguagem recomendada pelo W3C. Possui três sub-linguagens, OWL Lite, OWL DL e OWL Full.

### **4.3 Serviços da Web**

Um serviço da Web é um sistema projetado para suportar interação entre máquinas através de uma rede. Sua interface é descrita em um formato entendido por máquina e outros sistemas interagem com este serviço através de protocolos, tais como XML-RPC e SOAP (W3C, 2004b).

A vantagem dos serviços da web, além da interoperabilidade e da extensibilidade obtidas com o uso de XML, é que eles podem ser combinados a fim conseguir operações complexas. Os programas que fornecem serviços simples podem interagir com outros a fim de disponibilizar serviços sofisticados de maior valor.

### **4.4 Web Semântica x EAD**

A EAD está centrada no ambiente Web, e como tal, só tem a se beneficiar com o uso dessas tecnologias. Segundo (CAMPOS, 2003), o conceito de objetos de aprendizagem, que vem se destacando no desenvolvimento de ferramentas para manipulação de conteúdos instrucionais na Web, pode ser utilizado no contexto de uma rede semântica, na qual seus componentes são relacionados por intermédio de associações, além de abrigar os metadados que os descrevem.

Com a tecnologia atual é possível atribuir maior semântica a esses conteúdos, permitindo ao usuário buscar objetos de aprendizagem com base no relacionamento semântico que cada um tem com o outro e não simplesmente pelos metadados simples, tais como “Quem é o autor do material X?”. A representação da semântica dos dados permite aos mecanismos de busca maior precisão e qualidade na recuperação de informações, beneficiando diretamente o desenvolvimento de aplicações EAD.

A constituição de serviços de repositórios, capazes de permitir a criação e operação remota de repositórios de aprendizagem, é uma aplicação com potencial de utilização muito grande para a EAD. O GROA é um instrumento adequado para esta finalidade.

## 5 PADRÕES EM E-LEARNING

A criação de padrões para *e-learning* visa a obtenção de melhores formas de treinamento e ensino. Um aspecto importante do *e-learning* é que ele está diretamente relacionado à tecnologia. Novas e melhoradas tecnologias de informação como bases de dados, sistemas de gerenciamento de aprendizagem (LMS), sistemas de gerenciamento de conteúdo de aprendizagem (LCMS), máquinas de busca, etc, estão dando novas possibilidades para o armazenamento, recuperação e reuso de objetos de informação entre sistemas. As iniciativas de padronização focam em como tornar *e-learning* ainda mais flexível, fazendo com que as novas tecnologias sejam compatíveis umas com a outras.

Segundo (OLSEN, 2002), a iniciativa para o estabelecimento de padrões surge principalmente de necessidades específicas de grandes organizações/empresas que utilizam tecnologia na aprendizagem/treinamento, e que necessitam soluções de aprendizagem efetivas para enfrentar suas mudanças. Estas organizações lidam com uma grande quantidade de treinamento para um amplo número de empregados, e eles precisam fazer isto da maneira mais eficiente e gerenciável possível.

O trabalho de padronização em *e-learning* abrange diversas áreas, dentre elas: metadados, conteúdo, informações do aprendiz, questões e testes, acessibilidade, projeto de aprendizagem, colaboração, requisitos de usuários, competências, repositórios digitais e sequenciamento.

Este capítulo enfoca a área de metadados para objetos de aprendizagem, conforme descrito a seguir.

### 5.1 Especificações e Padrões de Metadados para Objetos de Aprendizagem

Os padrões de metadados para objetos de aprendizagem abrangem o conjunto mínimo de atributos necessários para permitir que estes objetos sejam gerenciados, localizados e avaliados.

Eles facilitam a recuperação, o reuso, o gerenciamento e a combinação de diferentes objetos de aprendizagem por professores, alunos, LMSs, LCMSs, etc. Existe um importante trabalho de padronização de metadados sendo desenvolvido. A idéia é que o conteúdo deve ser estruturado de forma que cada “módulo” seja uma unidade independente, que é descrita através de um conjunto de metadados. Isto abre a possibilidade de misturar diferentes unidades de aprendizagem e colocá-las juntas para novas finalidades e em novos caminhos de aprendizagem (OLSEN, 2002).

Várias organizações estão trabalhando em uma ou mais fases do processo para desenvolver padrões que permitem interoperabilidade de soluções de aprendizagem. Nesta



seção são apresentados os trabalhos que mais destacaram-se na área de metadados (MIRANDA; COSTA, 2003b).

### **5.1.1 Especificações**

#### *5.1.1.1 IMS*

O IMS (Instructional Management System) Global Learning Consortium, Inc. está desenvolvendo e promovendo especificações abertas para facilitar atividades de aprendizagem distribuídas on-line. Seus dois principais objetivos são: (1) Definição de especificações técnicas para interoperabilidade de aplicações e serviços em aprendizagem distribuída, e (2) suportar a incorporação das especificações do IMS dentro de produtos e serviços globais. IMS tenta promover a adoção de especificações que permitirão ambientes de aprendizagem distribuída e conteúdo de diversos autores trabalhar juntamente (IMS, 2002).

Dentre as diversas especificações desenvolvidas pelo IMS, encontram-se aquelas relacionadas à acessibilidade, definições de competências, empacotamento de conteúdos, repositórios digitais, empresa, informações do aprendiz, projetos de aprendizagem, metadados, interoperabilidade de questões e testes, sequenciamento simples e troca de definições de vocabulários.

Para este trabalho, destaca-se a especificação de metadados para objetos de aprendizagem, que contribuiu fortemente para a geração do padrão LOM (Learning Object Metadata) do IEEE. O IMS apresenta ainda a representação destes metadados, em XML (eXtensible Markup Language), o que possibilita a importação e exportação dos mesmos de forma independente de plataforma.

#### *5.1.1.2 ARIADNE*

O projeto ARIADNE (Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe) está envolvido, desde 1997, nas atividades de padronização patrocinadas pelo IEEE LTSC Committee. Neste contexto, ARIADNE colaborou com o projeto Educause (IMS), visando alcançar o mais rápido possível, um conjunto de metadados educacionais amplamente aceitável.

Deste trabalho colaborativo originaram-se algumas especificações de metadados que contribuíram muito para o desenvolvimento do atual padrão LOM (ARIADNE, 2002).

#### *5.1.1.3 ADL*

A iniciativa ADL (Advanced Distributed Learning), foi lançada em 1997 pelo Departamento de Defesa dos EUA, com o propósito de assegurar acesso à educação de alta qualidade e materiais de treinamento que podem ser “costurados” para as necessidades individuais do estudante e disponibilizar sempre e onde quer que eles sejam requisitados (ADL, 2002).

Esta iniciativa lançou o SCORM (Sharable Content Object Reference Model) que define um modelo de agregação de conteúdo para aprendizagem baseada na Web.

O SCORM é um modelo de referência que define o inter-relacionamento de componentes do curso, modelo de dados e protocolos a fim de que os objetos de conteúdo de aprendizagem sejam compartilhados entre sistemas que estão de acordo com o mesmo modelo. Este modelo tem adotado o mesmo padrão de elementos de metadados descritos pelo IEEE. O SCORM é uma coleção de especificações adaptadas de múltiplas fontes (origens) para prover um conjunto compreensível de capacidades de e-learning que possi-

bilitam interoperabilidade, acessibilidade e reusabilidade de conteúdos de aprendizagem baseados na web (ADL, 2002). O trabalho é elaborado em cima dos trabalhos de AICC (AICC, 2002), IMS (IMS, 2002), IEEE (IEEE, 2003) e ARIADNE (ARIADNE, 2002).

## 5.1.2 Padrões

### 5.1.2.1 Dublin Core

Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) é uma organização dedicada a promover a adoção de padrões para a interoperabilidade de metadados e desenvolver vocabulários especializados de metadados para descrever recursos que capacitem mais os sistemas de descobertas de informação inteligentes.

O padrão de metadados Dublin Core (DC), é um simples, mas efetivo conjunto de elementos para a descrição de uma ampla escala de recursos interligados. O padrão DC compreende 15 elementos (Tabela 5.1), cuja semântica tem sido estabelecida através de consenso por um grupo internacional de profissionais de diversas áreas do conhecimento (DCMI, 1997).

Tabela 5.1: Elementos DCMI

Content	Intellectual Property	Instantiation
title	creator	date
subject	publisher	format
source	contributor	identifier
relation	rights	language
type		
description		
coverage		

Estes elementos não são específicos para a educação, mas foram utilizados como base para o padrão LOM. Em (IEEE, 2003) é apresentado um mapeamento destes elementos Dublin Core para os elementos definidos no LOMv1.0 Base Schema.

Existe um grupo de trabalho no DCMI responsável pelo desenvolvimento de propostas para o uso dos seus metadados na descrição de recursos de aprendizagem, o DCMI Education Work Group (<http://www.dublincore.org/groups/education>). Este grupo, associado ao LTSC-LOM Work Group do IEEE, busca o desenvolvimento da interoperabilidade de metadados para aprendizagem, educação e treinamento.

### 5.1.2.2 IEEE

Para facilitar a adoção comum da proposta de objetos de aprendizagem, o LTSC (Learning Technology Standards Committee), do IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), foi formado em 1996 para desenvolver e fornecer padrões de tecnologia instrucional (IEEE, 2003). Sem tais padrões, universidades, corporações e outras organizações ao redor do mundo não teriam uma forma para assegurar a interoperabilidade de suas tecnologias instrucionais, especificamente seus objetos de aprendizagem.

Este processo foi e continua a ser um esforço internacional com a participação ativa no LOM (Learning Object Metadata) Working Group por membros representando mais de 15 países.

Para o padrão LOM, uma instância de metadados para um objeto de aprendizagem descreve características relevantes do objeto de aprendizagem ao qual ela se aplica e estas

características podem ser agrupadas em categorias. O LOMv1.0 Base Schema consiste em 9 categorias: General, LifeCycle, Meta-Metadata, Technical, Educational, Rights, Relation, Annotation e Classification.

- *General*: agrupa a informação geral que descreve o objeto de aprendizagem como um todo
- *LifeCycle*: agrupa as características relacionadas à história e estado corrente deste OA
- *Meta-Metadata*: agrupa informações sobre a própria instância de metadados (ao invés do OA que a instância descreve)
- *Technical*: agrupa os requisitos técnicos e características técnicas do OA
- *Educational*: agrupa características educacionais e pedagógicas do OA
- *Rights*: agrupa os direitos e condições de uso para OA
- *Relation*: agrupa características que definem o relacionamento entre um OA e outros OAs relacionados
- *Annotation*: provê comentários no uso educacional do OA e informações de quando e por quem os comentários foram criados
- *Classification*: descreve este OA em relação a um sistema de classificação particular.

Neste padrão são definidos aproximadamente 80 elementos para a descrição de objetos de aprendizagem, apresentados na Tabela 5.2.

Estes elementos incluem informações genéricas (título, autor, descrição, etc.), aspectos técnicos (tamanho do arquivo, tipo, etc.) e, ainda, aspectos educacionais (nível de interatividade, dificuldade, etc.).

Para alguns elementos definidos neste padrão existe um vocabulário associado, que consiste em uma lista de valores possíveis para estes elementos. Na Tabela 5.3 são apresentados os vocabulários para os elementos da categoria 5.Educational.

O modelo conceitual proposto para a definição de metadados é uma hierarquia. Este modelo hierárquico completo é chamado “estrutura de árvore” de um documento. A Figura 5.1 mostra um exemplo de relacionamento entre elementos raiz, galhos e folhas utilizando elementos do padrão IEEE.

### 5.1.2.3 CanCore

Canadian Core Learning Resource Metadata Application Profile está baseado e é completamente compatível com o padrão IEEE Learning Object Metadata (LOM) para a facilitação da interoperabilidade de objetos de aprendizagem usando a Internet.

O conjunto de elementos do CanCore é explicitamente baseado nos elementos e na estrutura hierárquica do padrão LOM, mas ele reduz muito a complexidade e a ambigüidade desta especificação. Como um perfil de aplicação, CanCore representa uma “personalização” de um padrão para as necessidades específicas de “comunidades particulares de programadores com requisitos de aplicações comuns” (FRIESEN; ROBERTS; FISHER,

Tabela 5.2: Categorias e elementos definidos pelo IEEE/LTSC

<b>1. General</b>	<b>4. Technical</b>	5.10. Description
1.1. Identifier	4.1. Format	5.11. Language
1.1.1. Catalog	4.2. Size	<b>6. Rights</b>
1.1.2. Entry	4.3. Location	6.1. Costs
1.2. Title	4.4. Requirement	6.2. Copyright and Other Restrictions
1.3. Language	4.4.1. Or Composite	6.3. Description
1.4. Description	4.4.1.1. Type	<b>7. Relation</b>
1.5. Keyword	4.4.1.2. Name	7.1. Kind
1.6. Coverage	4.4.1.3. Minimum Version	7.2. Resource
1.7. Structure	4.4.1.4. Maximum Version	7.2.1. Identifier
1.8. Aggregation Level	4.5. Installation	7.2.1.1. Catalog
<b>2. LifeCycle</b>	Remarks	7.2.1.2. Entry
2.1. Version	4.6. Other Platform	7.2.2. Description
2.2. Status	Requirements	<b>8. Annotation</b>
2.3. Contribute	4.7. Duration	8.1. Entity
2.3.1. Role	<b>5. Educational</b>	8.2. Date
2.3.2. Entity	5.1. Interactivity Type	8.3. Description
2.3.3. Date	5.2. Learning Resource	<b>9. Classification</b>
<b>3. Meta-Metadata</b>	Type	9.1. Purpose
3.1. Identifier	5.3. Interactivity Level	9.2. Taxon Path
3.1.1. Catalog	5.4. Semantic Density	9.2.1. Source
3.1.2. Entry	5.5. Intended End	9.2.2. Taxon
3.2. Contribute	User Role	9.2.2.1. Id
3.2.1. Role	5.6. Context	9.2.2.2. Entry
3.2.2. Entity	5.7. Typical Age Range	9.3. Description
3.2.3. Date	5.8. Difficulty	9.4. Keywords
3.3. Metadata Schema	5.9. Typical Learning	
3.4. Language	Time	

2003). No caso do CanCore application profile, estas comunidades são constituídas pela educação pública no Canadá.

A Tabela 5.4 apresenta os elementos do CanCore. Este “padrão” está sendo utilizado no contexto de vários projetos nacionais tais como “*Portal for Online Objects for Learning - POOL*” liderado pela TeleLearning ([www.newmic.com/pool](http://www.newmic.com/pool)), “*Broadband Enabled Lifelong Learning Environment - BELLE*” ([www.netera.ca/belle](http://www.netera.ca/belle)) e “*Learn Alberta Project*” (<http://www.learnalberta.ca>). Também apóia o CAREO - *Campus Alberta Repository of Educational Objects* ([www.careo.org](http://www.careo.org)).

### 5.1.3 Relacionamentos entre padrões

A Tabela 5.5 apresenta um mapeamento dos 15 elementos definidos pelo Dublin Core para os seus respectivos elementos no padrão LOMv1.0.

Tabela 5.3: Elementos da Categoria *Educational* e seus respectivos vocabulários

5.1. Interactivity Type	{ active, expositive, mixed }
5.2. Learning Resource Type	{ exercise, simulation, questionnaire, diagram, figure, graph, index, slide, table, narrative text, exam, experiment, problem statement, self assessment, lecture }
5.3. Interactivity Level	{ very low, low, medium, high, very high }
5.4. Semantic Density	{ very low, low, medium, high, very high }
5.5. Intended End User Role	{ teacher, author, learner, manager }
5.6. Context	{ school, higher education, training, other }
5.8. Difficulty	{ very easy, easy, medium, difficult, very difficult }

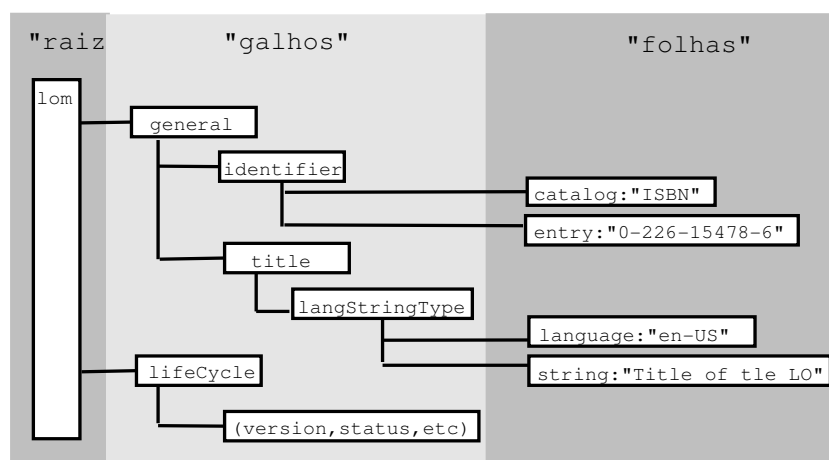


Figura 5.1: Modelo Hierárquico do padrão IEEE

Tabela 5.4: Elementos do CanCore

<b>1. General</b>	3.3. Contribute	5.11. Language
1.1. Identifier	3.3.1. Role	<b>6. Rights</b>
1.2. Title	3.3.2. Entity	6.1. Cost
1.3. CatalogEntry	3.3.3. Date	6.2. Copyrights and Other Restrictions
1.3.1. Catalog	3.4. Metadata Schema	6.3. Description
1.3.2. Entry	3.5. Language	<b>7. Relation</b>
1.4. Language	<b>4. Technical</b>	7.1. Kind
1.5. Description	4.1. Format	7.2. Resource
1.6. Coverage	4.2. Size	7.2.1. Identifier
<b>2. LifeCycle</b>	4.3. Location	7.2.3. CatalogEntry
2.1. Version	4.6. Other Platform	7.2.3.1. Catalog
2.3. Contribute	Requirements	7.2.3.2. Entry
2.3.1. Role	4.7. Duration	<b>9. Classification</b>
2.3.2. Entity	<b>5. Educational</b>	9.1. Purpose
2.3.3. Date	5.2. Learning Resource	9.2. TaxonPath
<b>3. Meta-Metadata</b>	Type	9.2.1. Source
3.1. Identifier	5.5. Intended End	9.2.2. Taxon
3.2. CatalogEntry	User Role	9.2.2.2. Entry Source
3.2.1. Catalog	5.6. Context	9.4. Keyword
3.2.2. Entry	5.7. Typical Age Range	

Tabela 5.5: Dublin Core X LOM/IEEE (IEEE, 2002)

DC.Identifier	1.1.2:General.Identifier.Entry
DC.Title	1.2:General.Title
DC.Language	1.3:General.Language
DC.Description	1.4:General.Description
DC.Subject	1.5:General.Keyword or 9:Classification com 9.Classification.Purpose igual a "Discipline" or "Idea"
DC.Coverage	1.6:General.Coverage
DC.Type	5.2:Educational.LearningResourceType
DC.Date	2.3.3:LifeCycle.Contribute.Date quando 2.3.1:LifeCycle.Contribute.Role tem um valor de "Publisher"
DC.Creator	2.3.2:LifeCycle.Contribute.Entity quando 2.3.1:LifeCycle.Contribute.Role tem um valor de "Author"
DC.OtherContributor	2.3.2:LifeCycle.Contribute.Entity com o tipo de contribuição especificada em 2.3.1:LifeCycle.Contribute.Role
DC.Publisher	2.3.3:LifeCycle.Contribute.Entity quando 2.3.1:LifeCycle.Contribute.Role tem um valor de "Publisher"
DC.Format	4.1:Technical.Format
DC.Rights	6.3:Rights.Description
DC.Relation	7.2.2:Relation.Resource.Description
DC.Source	7.2:Relation.Resource quando o valor de 7.1:Relation.Kind é "IsBasedOn"

## 6 REPOSITÓRIOS DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Os repositórios surgiram para permitir o armazenamento dos objetos de aprendizagem. Eles são vistos como facilitadores na montagem de novos cursos on-line.

Um “repositório” é, em primeiro lugar, uma coleção centralizada de registros de metadados (CAREO, 2002a). Os objetos de aprendizagem que estes metadados descrevem podem ser distribuídos através da web ou colocados juntos em um local centralizado. Os metadados disponíveis em um repositório particular podem também descrever e apontar para recursos disponíveis em outros repositórios e coleções.

Alguns requisitos são desejáveis em um repositório, tais como:

- Armazenamento de metadados sobre OAs: Metadados sobre OAs descrevem os mesmos com informações classificadas segundo diversas categorias.
- Armazenamento de conteúdos de OAs: Conteúdos de OAs são os elementos físicos (arquivos e links), contendo o conteúdo instrucional. Seu armazenamento e acesso devem ser oferecidos de maneira segura, eficiente e padronizada.
- Interface para a inclusão de metadados e conteúdo: Interface amigável para a inclusão de metadados e conteúdos de OAs.
- Segurança: O acesso ao repositório é realizado mediante autenticação do usuário, com diferentes permissões para os diferentes tipos de usuário que podem acessá-lo.
- Integração com Ambientes EAD: É importante que o repositório possa interagir com os ambientes de ensino a distância como o AulaNet, TelEduc, ENSINET e outros, possibilitando a importação e exportação de OAs.

### 6.1 Exemplos de Repositórios

Existem diversos repositórios de objetos de aprendizagem disponíveis atualmente, com particularidades no que se refere à maneira de armazenamento dos objetos (centralizado ou distribuído), conjunto de metadados utilizados, formas de classificação dos objetos e etc.

Alguns repositórios são descritos a seguir com suas principais características.

#### 6.1.1 MERLOT

O MERLOT - *Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching* - foi inicialmente projetado para faculdades e estudantes de ensino superior. É um

repositório de livre acesso e apresenta links para materiais de aprendizagem online armazenados juntamente com anotações tais como “*peer reviews*” e assignments (MERLOT, 2002).

MERLOT é também uma comunidade de pessoas que estão envolvidas na área da educação e o enriquecem através da contribuição de materiais, comentários e experiências de ensino e aprendizagem.

Neste repositório os materiais (OAs) são classificados por assuntos (categorias) e podem ser consultados através de uma busca direta por palavra-chave ou através da navegação pelos assuntos existentes. Quando encontrado o OA, é apresentado ao usuário uma descrição deste, juntamente com um link apontando para a localização do material que não é feita no próprio repositório.

Para utilizar um material do repositório em uma disciplina, é recomendado que o usuário vá até o local atual onde encontra-se este material (location) e verifique as regras de licença ou custo envolvido com o uso. Depois basta adicionar um link para o material na sua página do curso, ou enviar a URL para estudantes do curso ou outros que podem usá-lo (MERLOT, 2002).

Esse projeto começou com as universidades do Estado da Califórnia e cresceu incorporando as grandes universidades americanas. Hoje é reconhecido como um dos repositórios de maior quantidade de acessos.

O MERLOT está disponível em <http://www.merlot.org>.

### 6.1.2 EOE

A Fundação EOE - *Educational Object Economy* - investiga o crescimento e propagação de comunidades de aprendizagem online, através do desenvolvimento de ferramentas baseadas em componentes para a criação e compartilhamento de objetos de aprendizagem (EOE, 2003).

EOE desenvolve e distribui ferramentas que possibilitam a formação de comunidades envolvidas na construção de bases de conhecimento compartilhadas de materiais de aprendizagem. Atualmente, ferramentas e conteúdos da EOE tem sido usados por milhares de pessoas em todo o mundo.

O desenvolvimento de ferramentas de autoria conduz à necessidade de um aumento na comunicação, e de ferramentas para a distribuição dos recursos de aprendizagem. O Web site de EOE é criado como uma comunidade online exemplar permitindo que as pessoas troquem recursos livremente. Os objetos, neste caso simulações Java relacionadas à educação, podem ser inseridos por qualquer visitante, catalogados para a busca e recuperação, e apresentados de formas que convidam contribuições adicionais - críticas, execuções pedagógicas, comentários técnicos, e metadados - que adicionam valor ao objeto.

Os objetos de aprendizagem disponíveis pela *EOE Java Applet Library* são classificados por assunto. A busca pode ser feita através de palavras-chave (busca direta) ou busca avançada através de alguns atributos dos metadados. Existe ainda a possibilidade de navegação através dos assuntos de classificação.

### 6.1.3 CAREO

O CAREO - *Campus Alberta Repository of Educational Objects* - é um projeto que tem como objetivo principal a criação de uma coleção de materiais de ensino para educadores baseada na web e que possa ser consultada por diferentes usuários.

CAREO está sendo empreendido pelas Universidades de Alberta, Calgary e Univer-



sidade Athabasca em cooperação com BELLE (Broadband Enabled Lifelong Learning Environment), CANARIE (Canadian Network for the Advancement of Research in Industry and Education), e como parte da iniciativa Campus Alberta (CAREO, 2002a).

Este repositório é um protótipo de pesquisa que está em constante atualização. Permite livre acesso aos usuários a partir de um cadastro e está disponível em <http://www.careo.org>.

O padrão de metadados utilizado para descrever seus objetos é o CanCore e o armazenamento dos OAs pode ser local ou distribuído, isto é, o material pode estar no servidor ou ser apenas um link para a sua localização atual (por exemplo, na página de um professor).

As opções de busca de objetos oferecidas neste repositório são através de palavras-chave, através de busca avançada a partir de alguns campos de metadados, ou ainda pela navegação entre as disciplinas nas quais os objetos estão classificados (CAREO, 2002b).

A base de dados deste repositório é também utilizada pelo *Alexandria Digital Content Repository* (<http://careo.ucalgary.ca/cgi-bin/WebObjects/Repository.woa?theme=alexandria>).

#### 6.1.4 Wisc-Online

O *Wisconsin Online Resource Center* é uma biblioteca digital de recursos de aprendizagem baseados na web chamados “learning objects”. A biblioteca digital de objetos é desenvolvida pela faculdade de Wisconsin Technical College System (WTCS) e produzida por técnicos multimedia que criam as atividades de aprendizagem para o ambiente online (WISC-ONLINE, 2003).

Esta biblioteca contém aproximadamente 1.000 objetos que são acessíveis para toda faculdade WTCS sem custo e com liberdade de direitos autorais para uso em qualquer turma WTCS ou aplicação online.

Os professores podem referenciar OAs da biblioteca Wisc-Online diretamente em salas de aulas, páginas web e cursos online, indicando o endereço fornecido por cada objeto.

Wisc-Online está disponível para consulta em <http://www.wisconline.org> e os objetos podem ser consultados através de busca direta ou nas áreas em que foram cadastrados.

#### 6.1.5 ICONEX

*ICONEX Learning Object Repository* é um repositório de conteúdos de aprendizagem interativos, utilizado nos países UK, HE e FE. Estes conteúdos são acompanhados por descritores de metadados que permitem a sua recuperação e uma documentação para facilitar a incorporação em sistemas de aprendizagem (ICONEX, 2003).

O acesso a este repositório é restrito, somente sendo permitido aos visitantes a visualização dos objetos armazenados, bem como alguns detalhes que os descrevem.

A consulta no repositório é realizada através das categorias nas quais os objetos são classificados. O ICONEX está disponível em <http://www.iconex.hull.ac.uk>.

#### 6.1.6 CLOE

*Co-operative Learning Object Exchange* (CLOE) é um projeto colaborativo de dezessete universidades de Ontário e de cinco faculdades para desenvolver uma infra-estrutura inovadora para o desenvolvimento comum de recursos de aprendizagem ricos em multimedia. (CLOE, 2003)

A principal inovação em CLOE é a criação de uma economia de mercado virtual para a utilização de multimedia no suporte à aprendizagem online. Cada instituição desenvolve

recursos de aprendizagem multimídia referentes aos desafios educacionais compartilhados pelos outros participantes. Cada instituição contribui com recursos educacionais para a troca cooperativa e, em troca, usa os recursos desenvolvidos pelas outras instituições. O mercado virtual incentiva a colaboração através das instituições para unir idéias e coordenar o desenvolvimento: os recursos mais bem sucedidos - aqueles mais reusados - irão fornecer mais créditos de troca para as instituições que os desenvolvem. Os recursos usados somente pelos colaboradores originais não irão acumular créditos de troca, assim um incentivo substancial para a colaboração é construído em CLOE.

Atualmente, o repositório CLOE é restrito aos usuários de Ontário.

### 6.1.7 LYDIA GLOBAL REPOSITORY

LYDIA Inc. é uma companhia de serviços que provê acesso mundial para recursos de aprendizagem. É um mercado aberto para acumulação e distribuição de conteúdo de aprendizagem contribuído por uma crescente comunidade global de desenvolvedores de aprendizagem (LYDIA, 2003).

Os produtos do Lydia centram-se no Lydia Global Repository, um ambiente para troca aberta de recursos de aprendizagem baseados em padrões, disponível pela internet, para autores, pessoas que desenvolvem e distribuidores (que tratam as vendas).

Existem dois tipos de usuários que utilizam este repositório: o *developer* e o *distribuidor*.

- **DEVELOPER:** Qualquer pessoa pode ser um *developer*. Se uma pessoa criou materiais de aprendizagem e gostaria de ampliar seu mercado de uso, pode colocá-lo no Lydia's Global Repository para ser reusado por outros. Como developer o usuário pode contribuir, usar ou adicionar valor para um conteúdo de aprendizagem existente.

O uso do Lydia não tem nenhum custo, porém os developers são obrigados a respeitarem os direitos autorais dos outros. Não é permitido distribuir conteúdos de aprendizagem do repositório para outros. Pode-se apenas contribuir e fazer uso de outros objetos de aprendizagem na construção de produtos a serem vendidos pelos distribuidores do Lydia.

- **DISTRIBUIDOR:** O *distribuidor* localiza, avalia recursos e-learning e oferece-os para venda. A eles são permitidos acessos para avaliação de recursos de e-learning, mas devem informar todas as vendas para Lydia com pagamento pelo uso. Interação com o aprendiz é responsabilidade do distribuidor, isto é, as atividades de e-learning não são oferecidas diretamente do repositório. Um distribuidor pode também ser registrado como um developer.

## 7 GROA

Para entender o funcionamento de um sistema de gerência de repositórios de objetos de aprendizagem podemos fazer uma analogia aos SGBDs (Sistemas de Gerência de Banco de Dados). Um SGBD é um sistema cujo objetivo principal é gerenciar o acesso e a correta manutenção dos dados armazenados em um banco de dados. Da mesma forma, um sistema de gerência de repositórios de objetos de aprendizagem disponibiliza recursos de armazenamento, gerenciamento, indexação e estruturação de objetos de aprendizagem armazenados em um repositório. A seguir, descreve-se o GROA (Gerenciador de Repositórios de Objetos de Aprendizagem), o sistema desenvolvido neste trabalho.

### 7.1 Arquitetura do Sistema

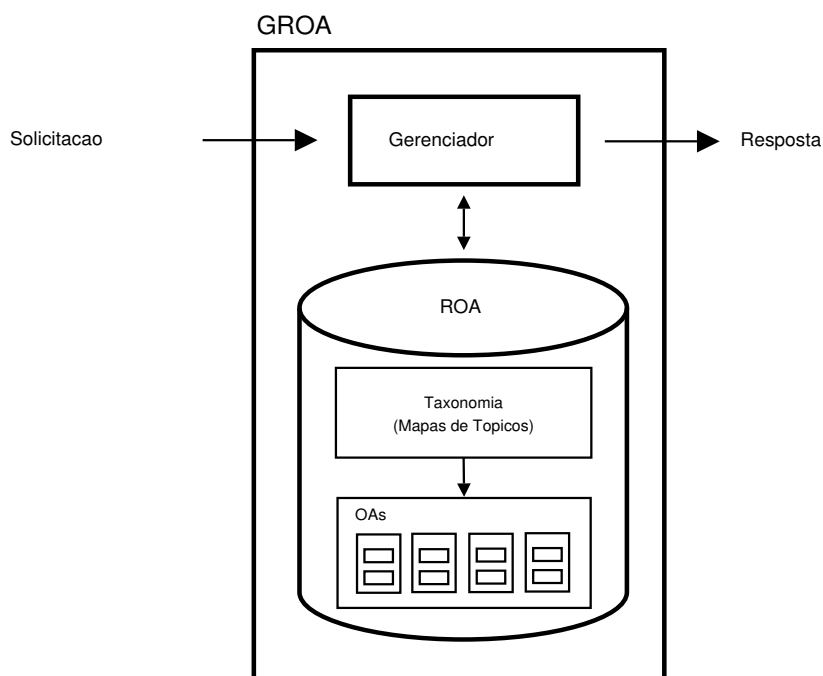


Figura 7.1: Arquitetura do GROA

A arquitetura do GROA é apresentada na Figura 7.1 e é composta pelos seguintes elementos:

- Gerenciador: O gerenciador recebe as solicitações do usuário (consulta, adição de OAs, etc), interage com um repositório local (ROA) e retorna os resultados.

- ROA: Um Repositório de OAs é composto por uma estrutura de indexação e um Banco de OAs.
- Taxonomia: É uma estrutura de indexação que define a taxonomia do repositório através da utilização de mapas de tópicos.
- Banco de OAs: Local onde são armazenados os objetos de aprendizagem cadastrados no repositório, juntamente com os metadados que os descrevem.

O GROA é capaz de gerenciar mais de um repositório de OAs, em uma mesma instalação.

Ao interagir com um repositório, o gerenciador pode acessar tanto a estrutura de indexação quanto o banco de OAs, por isso podemos visualizar a atuação do gerenciador sobre um repositório como constituindo dois sub-sistemas (Figura 7.2) - o Gerenciador de Objetos de Aprendizagem e o Gerenciador de Mapas de Tópicos - que interagem entre si para atender às requisições dos usuários.

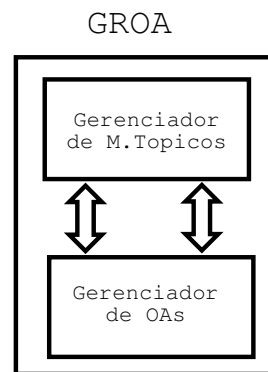


Figura 7.2: Visão Geral do GROA

O sub-sistema Gerenciador de Objetos de Aprendizagem oferece recursos referentes ao cadastro, visualização, edição de metadados, busca e classificação de OAs.

Já o sub-sistema Gerenciador de Mapas de Tópicos abrange o relacionamento entre os OAs e a classificação através dos tópicos (assuntos) aos quais eles se referem, oferecendo recursos de cadastro, visualização e busca de tópicos.

## 7.2 Usuários do Sistema

O GROA apresenta diferentes permissões para os diferentes tipos de usuários que podem utilizá-lo, que são:

- Visitante: É o usuário que não está autenticado (através de login e senha). É aquele que acessa o sistema para conhecê-lo, procurar materiais, visualizar o mapa de tópicos, fazer buscas de tópicos, etc.
- Usuário GROA: Este usuário está cadastrado no sistema e o utiliza para armazenar seus OAs e classificá-los, editar metadados, realizar buscas para visualizar os outros objetos armazenados no sistema, visualizar o mapa de tópicos do sistema e criar seus próprios mapas de tópicos que refletem a maneira como ele enxerga os OAs.

- **Administrador:** O administrador é o usuário que gerencia o sistema para manter a qualidade dos repositórios. Ele tem todas as permissões de um usuário GROA e ainda pode cadastrar e excluir usuários, eliminar OAs e modificar metadados.

### 7.3 Sub-sistema Gerenciador de Objetos de Aprendizagem

Este sub-sistema é responsável pelo cadastro de OAs no GROA, bem como sua visualização, edição de metadados, busca e classificação. Cada objeto de aprendizagem armazenado no servidor é composto por dois objetos: descritor e recurso.

O *descritor* consiste nos metadados sobre o recurso que está sendo armazenado no repositório e é criado com base no padrão aceito pelo GROA. Ele contém informações sobre requisitos técnicos, características educacionais, direitos e condições de uso para o OA, entre outras.

O *recurso* é o conteúdo propriamente dito, podendo ser uma imagem, um texto, uma animação, etc.

O armazenamento destes dois objetos é feito separadamente em um banco de OAs, conforme mostra a Figura 7.3.

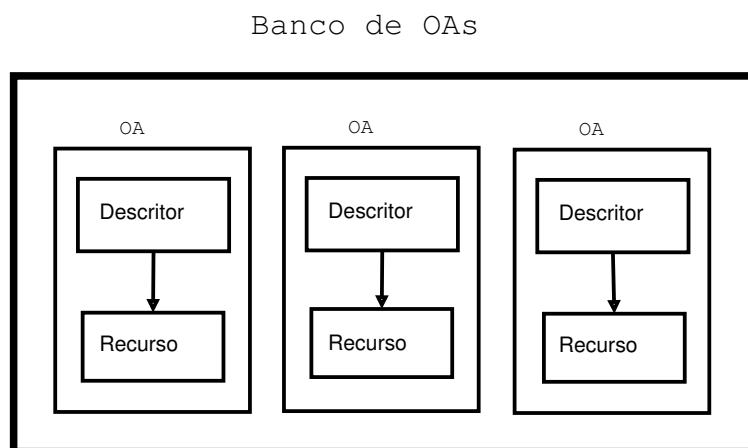


Figura 7.3: Banco de OAs

#### 7.3.1 Descritores de OAs

Os descritores dos OAs são constituídos por características que descrevem este objeto. No GROA está sendo utilizado o esquema LOMv1.0, desenvolvido pelo LTSC/IEEE (IEEE, 2003). No apêndice A encontra-se a descrição de cada elemento que compõe este esquema.

#### 7.3.2 Buscas de Objetos de Aprendizagem

As buscas de OAs no GROA podem ser feitas de duas maneiras:

- **Busca Direta:** É realizada percorrendo todos os campos de metadados dos OAs em busca de uma palavra ou expressão.
- **Busca Avançada:** É realizada através de uma pesquisa nos elementos específicos dos descritores. O usuário pode especificar palavras ou expressões a serem procurada em quaisquer elementos do descritor.

Em ambos os tipos de busca o usuário poderá utilizar expressões booleanas, incluindo os operadores AND, OR e AND NOT, e controlar a ordem de pesquisa com expressões usando parênteses.

## 7.4 Sub-sistema Gerenciador de Mapas de Tópicos

O Gerenciador de Mapas de Tópicos do GROA abrange a classificação dos OAs de acordo com os assuntos aos quais eles se referem e também permite estabelecer seus relacionamentos, oferecendo recursos de cadastro, visualização e busca de tópicos. Ele gerencia dois tipos de Mapas de Tópicos: o MT gerado pelo sistema e os MTs definidos pelos usuários, conforme apresentado na Figura 7.4.

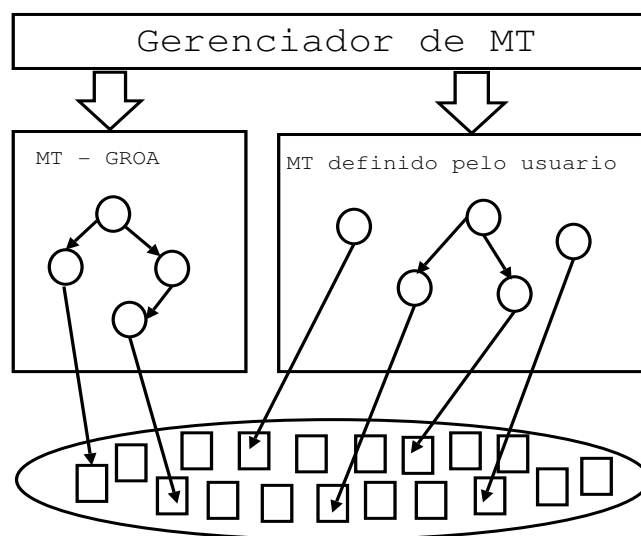


Figura 7.4: Gerenciador de MTs

Para a construção da estrutura de tópicos do GROA foi utilizado o modelo de nomes do LDAP, apresentado na seção 4.1.3. Em sua utilização no GROA, cada elemento é um tópico.

Outra utilização do modelo LDAP no Gerenciador de Mapas de Tópicos pode ser observada nos tipos de buscas de tópicos (ver seção 7.4.4).

A inclusão da estrutura de Mapas de Tópicos no GROA não visa duplicar as informações descritivas já existentes nos metadados dos objetos. Ao contrário, ela visa possibilitar a criação de dois níveis distintos de descrição dos objetos. Um nível intrínseco, onde as características descritas sejam próprias do objeto, independentemente do contexto de sua utilização. É o nível em que o OA é descrito do ponto de vista do seu produtor. Essa descrição é a que se encontra nos metadados do OA. O outro nível de descrição dos OAs é o nível extrínseco, em que se pode descrever o OA do ponto de vista dos usuários, enfatizando a relação do OA com o contexto em que ele está sendo utilizado. Essa é a descrição que se encontra nos tópicos do Mapa de Tópicos.

### 7.4.1 MT gerado pelo GROA

Na inicialização do produto GROA são criados alguns tópicos necessários para apoiar a geração automática do mapa de tópicos durante a inclusão de objetos de aprendizagem no repositório.

- Tipos de Tópicos:
  - OA
  - Palavra-Chave
  - Autor
  - Tópico
- Tipos de Ocorrências:
  - Descritor
  - Recurso
- Tipos de Associações:
  - temSubTopico-eSubTopicoDe
  - temPalavrasChave-ePalavraChaveDe
  - temAutor-eAutorDe
  - eParteDe-temParte
  - eVersaoDe-temVersao
  - eFormatoDe-temFormato
  - referencia-eReferenciadoPor
  - eBaseadoEm-eBasePara
  - requer-eRequeridoPor
- Papéis em Associações:
  - temSubTopico
  - eSubTopicoDe
  - temPalavrasChave
  - ePalavraChaveDe
  - temAutor
  - eAutorDe
  - eParteDe
  - temParte
  - eVersaoDe
  - temVersao
  - eFormatoDe
  - temFormato
  - referencia
  - eReferenciadoPor
  - eBaseadoEm
  - eBasePara

- requer
- eRequeridoPor

Quando um objeto de aprendizagem é cadastrado no sistema, ele gera um tópico do tipo OA, cujo nome é o título deste OA, um ou mais tópicos do tipo Palavra-Chave, cujos nomes são identificados pelas palavras-chave do OA e um ou mais tópicos do tipo Autor, gerados a partir dos autores do OA. Essas informações são retiradas do descritor do OA.

Ainda decorrente deste cadastro, podem ser criadas associações entre tópicos originadas da categoria “Relação” dos metadados do OA. Os tipos de relação possíveis entre OAs estão pré-definidos como tipos de associações e os papéis que os objetos podem representar nessas relações estão pré-definidos como papéis em associações.

A maneira de expandir o mapa de tópicos é através do cadastro de sub-tópicos na taxonomia do GROA. Cada item adicionado na taxonomia é um tópico do tipo Tópico e tem uma associação do tipo temSubTopico-eSubTopicoDe com o tópico onde este foi adicionado. Os respectivos papéis temSubTopico e eSubTopicoDe são atribuídos aos tópicos na associação. Associações e papéis também podem ser criados pelo administrador do mapa de tópicos do GROA.

Um exemplo de mapa de tópicos é apresentado na Figura 7.5.

#### 7.4.2 MT gerado pelo usuário

Cada usuário do GROA pode ainda gerar seus próprios mapas de tópicos, organizando os objetos de acordo com a sua visão sobre eles.

Para criar um mapa de tópicos é necessário dar um nome ao seu mapa e construí-lo desde a criação dos tipos de tópicos, associações e ocorrências, papéis em associações até a criação dos próprios tópicos que podem ter ocorrências (OAs).

#### 7.4.3 Visualizações do Mapa de Tópicos

Existem três tipos de visualizações de Mapa de Tópicos disponíveis aos usuários. São elas:

- Visão Geral: Aqui é apresentado o mapa completo, identificando os tipos de tópicos, ocorrências, associações e papéis em associações. A partir de cada um destes tipos listados o usuário pode navegar pelo mapa visualizando os tópicos deste tipo e as características de cada tópico com suas ocorrências e associações com os demais.
- Tópicos: Neste tipo de visualização são apresentados apenas os tópicos do tipo OA para que o usuário possa acessar suas características diretamente.
- Classificação GROA: A visualização da classificação oferece ao usuário a visualização do mapa de forma hierárquica através da apresentação de uma árvore de tópicos cujas “folhas” são os OAs que podem ser consultados.

#### 7.4.4 Busca de Tópicos

A busca de tópicos no MT pode ser feita de três formas, de acordo com os tipos básicos de busca do modelo LDAP (HOWES; SMITH; GOOD, 1999):

- Recuperação de um único tópico: retorna somente o tópico solicitado.



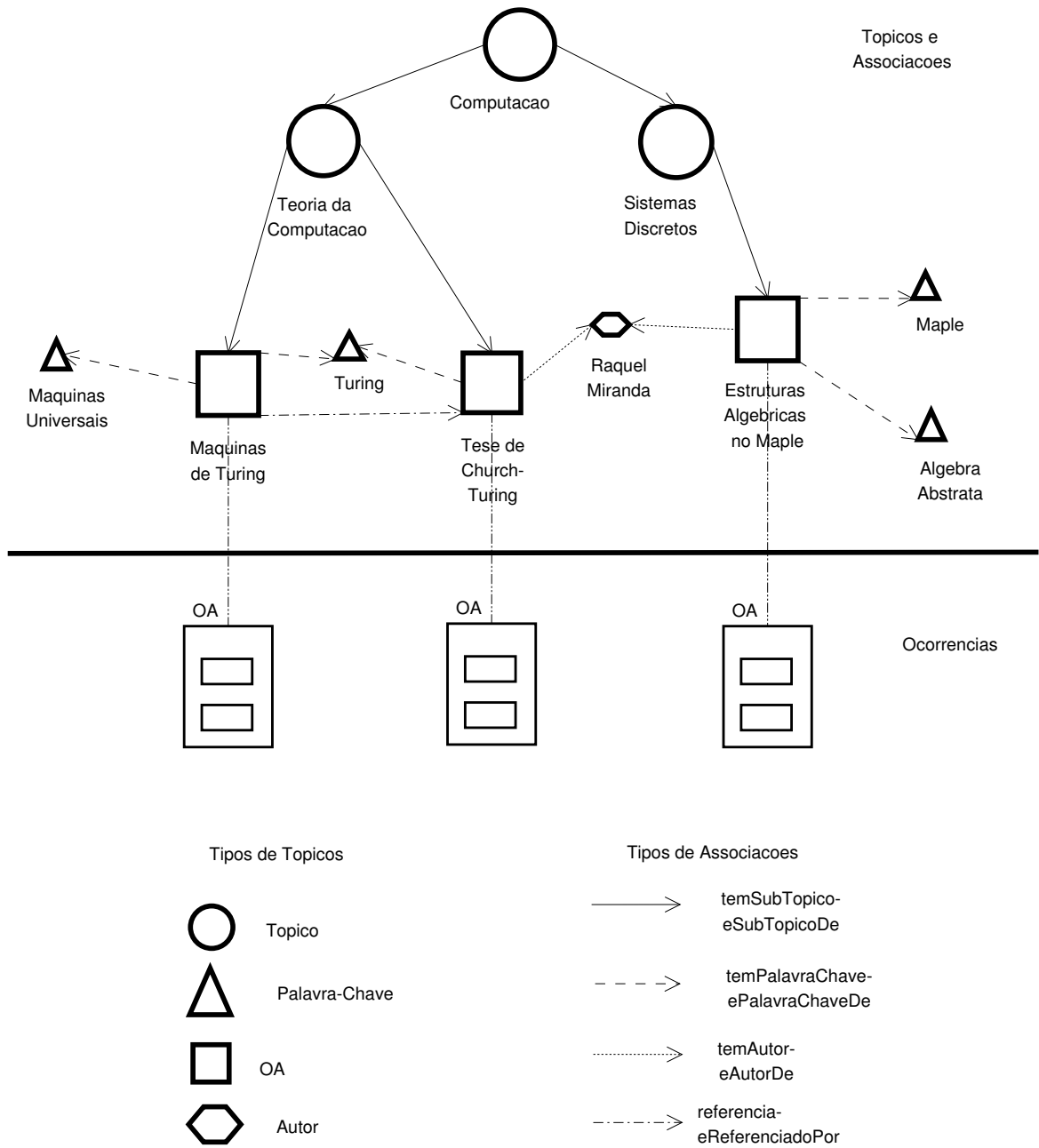


Figura 7.5: Exemplo de Mapa de Tópicos

- Recuperação de todos os tópicos diretamente abaixo de um tópico (“filhos”): pesquisa na árvore o tópico solicitado e retorna os tópicos diretamente abaixo dele (um nível).
- Recuperação de registros dentro de uma sub-árvore: pesquisa na árvore o tópico solicitado e retorna a sub-árvore resultante a partir dele.

Ainda é oferecida ao usuário a opção de utilizar filtros nos objetos encontrados. Como na busca avançada de OAs, o usuário poderá especificar palavras ou expressões para quaisquer campos dos descritores. Desta forma é possível, por exemplo, procurar por todos os objetos que estão na sub-árvore decorrente do tópico “Computação” e que tenham “tecnologia” como palavra-chave.

## 7.5 Classificação de OAs

Como explicado no início da seção, a classificação dos objetos de aprendizagem gerenciados pelo GROA se dá:

- pela descrição de suas características intrínsecas no nível dos metadados dos objetos de aprendizagem, que é criada pelos fornecedores dos objetos de aprendizagem. Neste caso podemos dizer que a classificação está embutida nos descritores dos objetos;
- pela descrição extrínseca dos objetos de aprendizagem, no nível do mapa de tópicos, que é uma classificação local, do ponto de vista do usuário.

## 7.6 Recuperação de OAs

Os objetos, no GROA, podem ser pesquisados de três diferentes formas:

- Do Ponto de Vista do Produtor: É feita uma pesquisa por meio de palavras-chave nos atributos dos OAs, presentes nos seus descritores.
- Do Ponto de Vista do Usuário: É uma pesquisa hierárquica realizada nos atributos dos tópicos cadastrados.
- Dos 2 pontos de vista: Uma combinação das duas pesquisas pode ser realizada através da utilização de filtros de busca. Neste caso, inicialmente é feita uma pesquisa por tópicos e, a seguir, é realizada uma pesquisa nos descritores dos objetos que são ocorrências dos tópicos encontrados.

## 7.7 Utilização do GROA

O GROA pode ser utilizado isoladamente, como um repositório autônomo, ou embutido em um ambiente de ensino, tal como AulaNet, TelEduc, ENSINET, etc. Nesta segunda possibilidade ele atua como módulo de suporte à construção de cursos e atividades online, uma vez que estas podem fazer uso dos objetos armazenados no repositório. Assim os professores poderão utilizar o mesmo material em diferentes situações e de diferentes maneiras, acessando o repositório.

Uma representação destas possibilidades está apresentada na Figura 7.6.

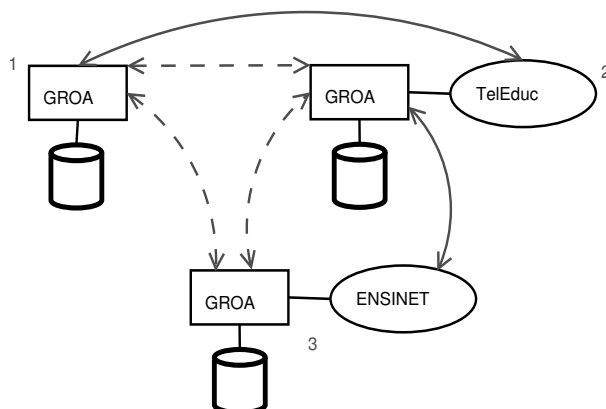


Figura 7.6: Utilização do GROA

Observa-se ainda que pode haver uma comunicação entre estes gerenciadores de forma que os repositórios locais de ambientes de ensino possam referir e buscar objetos de dados e metadados em outros repositórios. Esta situação está representada pelas linhas tracejadas na figura e não está contemplada na presente versão do GROA.

## 7.8 Funcionalidades do GROA

### 7.8.1 Gerenciamento de Usuários GROA

Conforme o apresentado na seção 5.2 deste trabalho, o GROA trabalha com três tipos de usuários que possuem diferentes permissões para interagirem com o sistema.

Figura 7.7: Tela de cadastro de usuários GROA

A Figura 7.7 apresenta a tela de cadastro de novos usuários GROA, que é feito pelos administradores e a Figura 7.8 mostra a tela de gerenciamento destes usuários onde é

permitido ao administrador editar e excluir qualquer um deles.

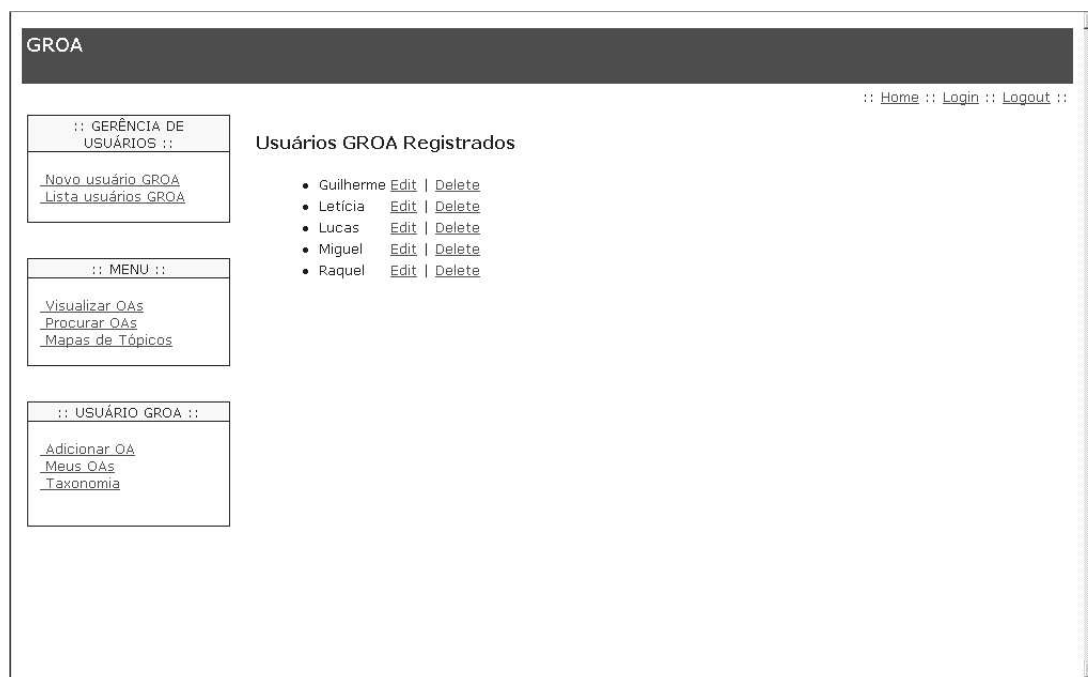


Figura 7.8: Tela de gerenciamento de usuários GROA

### 7.8.2 Gerenciamento de OAs

As funcionalidades oferecidas pelo GROA para o gerenciamento de OAs são: o cadastro de um OA, seguido de uma classificação na taxonomia do GROA, a edição de OAs já cadastrados no sistema e anotações (comentários) sobre estes objetos e a busca de OAs.

A Figura 7.9 mostra a tela de cadastro de OAs. Neste formulário devem ser preenchidos os elementos que compõem o descritor do objeto. Os itens obrigatórios no cadastro são o título (Tab Geral) e a localização, que é o recurso que será cadastrado no sistema (Tab Técnica). Após esta etapa, o usuário deverá informar uma classificação para este objeto na taxonomia do GROA. Para isto, basta associar o objeto a um dos tópicos já existentes ou criar um novo sub-tópico que melhor se adapte a ele (Figura 7.10).

Na listagem de OAs cadastrados no sistema, aparecem as seguintes opções para cada um deles: Visualizar, Metadados, Anotações, Editar e Excluir. A opção “Visualizar” mostra o recurso que está armazenado no sistema. Na opção “Metadados” são mostrados todos os elementos do descritor deste recurso. As opções “Editar” e “Excluir” são disponíveis apenas para os responsáveis dos objetos (quem cadastrou). “Anotações” é um outro recurso disponível no GROA que consiste em comentários elaborados por pessoas que utilizaram os objetos. A partir destes comentários é possível ter uma espécie de avaliação da utilidade de cada objeto e/ou sugestões de uso. Estas anotações podem ser feitas por qualquer usuário e são vinculadas aos descritores dos objetos. A Figura 7.11 mostra o formulário de preenchimento de uma anotação.

**GROA** :: Home :: Login :: Logout ::

**Novo OA**

[Geral](#) | [Ciclo de Vida](#) | [Metadados](#) | [Técnica](#) | [Educação](#) | [Direitos](#) | [Relação](#) | [Classificação](#)

Título:

Linguagem:

Descrição:

Palavras-Chave:  +  + -

Cobertura:

Estrutura:

Nível de Agregação:

Figura 7.9: Tela de gerenciamento de cadastro de OAs

**GROA** :: Home :: Login :: Logout ::

**Taxonomia - GROA**

[Expand tree](#) | [Collapse tree](#)

[Adicionar Tópicos](#)

Computação **SubTópico**

- Teoria da Computação **SubTópico**

Tópico(OA):

Figura 7.10: Classificação do OA no GROA

### 7.8.3 Gerenciamento de Mapas de Tópicos

A Figura 7.12 mostra a tela onde o usuário tem acesso aos Mapas de Tópicos. O primeiro mapa será o “Mapa de Tópicos - GROA” que é gerado pelo sistema e atualizado de acordo com os cadastros de objetos. São apresentadas aos usuários opções de criar um novo mapa e visualizar, editar ou excluir algum dos existentes.

GROA

:: Home :: Login :: Logout ::

:: GERÊNCIA DE USUÁRIOS ::

[Novo usuário GROA](#)  
[Lista usuários GROA](#)

:: MENU ::

[Visualizar OAs](#)  
[Procurar OAs](#)  
[Mapas de Tópicos](#)

:: USUÁRIO GROA ::

[Adicionar OA](#)  
[Meus OAs](#)  
[Taxonomia](#)

### Anotação

Entidade:

Data:

Descrição:

Figura 7.11: Formulário para a criação de anotações

GROA

:: Home :: Login :: Logout ::

:: GERÊNCIA DE USUÁRIOS ::

[Novo usuário GROA](#)  
[Lista usuários GROA](#)

:: MENU ::

[Visualizar OAs](#)  
[Procurar OAs](#)  
[Mapas de Tópicos](#)

:: USUÁRIO GROA ::

[Adicionar OA](#)  
[Meus OAs](#)  
[Taxonomia](#)

### Mapas de Tópicos Cadastrados

- **Mapa de Tópicos - GROA**  
[Visualizar](#) | [Editar](#) | [Excluir](#)

Figura 7.12: Mapas de Tópicos GROA

As visualizações disponíveis para os Mapas de Tópicos são “Visão Geral”, “Tópicos OAs” e “Classificação”. A “Visão Geral” mostra de forma estruturada os tipos de tópicos, associações e ocorrências e papéis em associações, permitindo a visualização dos tópicos relacionados a partir da seleção de um item (Figura 7.13).



Figura 7.13: Visualização Mapas de Tópicos - Visão Geral

A opção “Tópicos OAs” (Figura 7.14) mostra somente as referências a objetos de aprendizagem, permitindo a visualização de seus descritores e recursos.



Figura 7.14: Visualização Mapas de Tópicos - Tópicos OAs

E, a opção “Classificação”, mostra a estrutura de mapas de tópicos de acordo com a taxonomia do GROA. Aqui é mostrada a classificação local dos objetos (Figura 7.15).

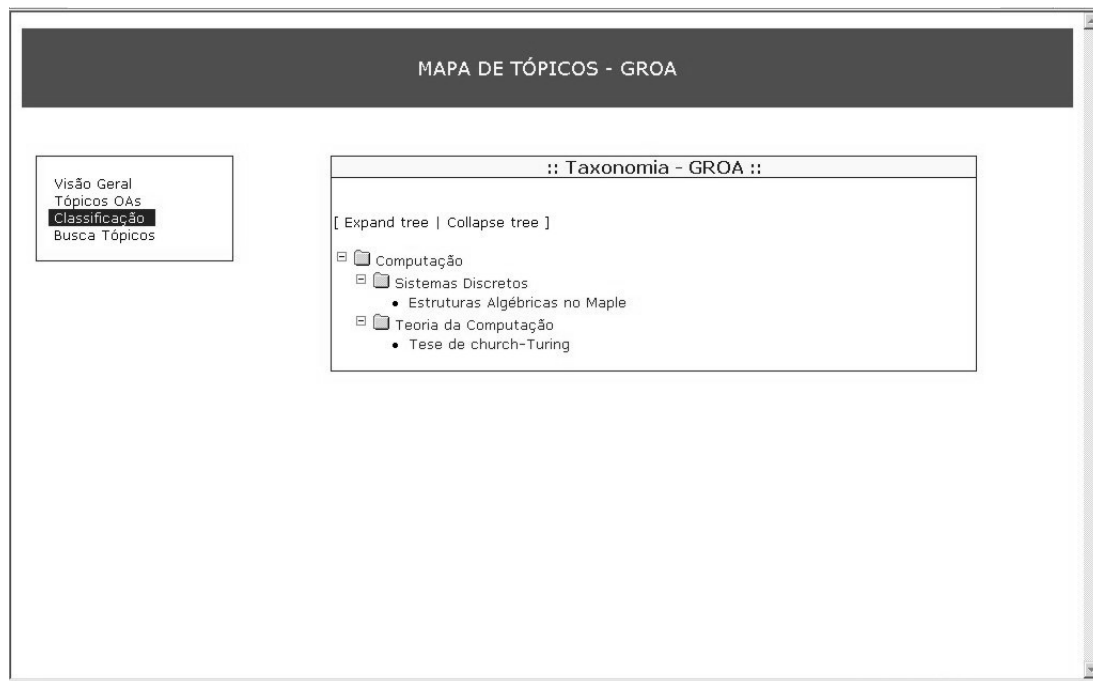


Figura 7.15: Visualização Mapas de Tópicos - Classificação

Na Figura 7.16 está a tela de busca de tópicos. O usuário deve definir o tópico para o início da busca e o tipo de busca desejado. Em uma segunda etapa ainda existe a opção de utilização de filtros nos objetos encontrados, onde o usuário pode informar novos valores (dos descritores dos objetos) para filtrar a busca e retornar um conjunto mais restrito de



Figura 7.16: Busca de Tópicos



objetos que satisfazem aquela consulta. A utilização de filtros está representada na Figura 7.17.

The screenshot displays a web application interface for topic search. At the top, a dark header bar contains the text "MAPA DE TÓPICOS - GROA". Below this, on the left side, there is a vertical menu with four options: "Visão Geral", "Tópicos OAs", "Classificação", and "Busca Tópicos", with the last one highlighted. The main content area is titled ":: Busca Tópicos ::" and includes a sub-header "Expand tree | Collapse tree". A tree view is shown with the following structure:

- ☐ Geral
  - ☐ Identificador
    - Título
    - Linguagem
    - Descrição
    - Palavras-Chave
    - Cobertura
    - Estrutura
    - Nível de Agregação
  - ☐ Ciclo de vida
  - ☐ Meta-Metadados
  - ☐ Técnica
  - ☐ Educacional
  - ☐ Direito

Figura 7.17: Busca de Tópicos com Filtros

## 8 IMPLEMENTAÇÃO

Para a implementação deste sistema foi utilizado o ZOPE (*Z Object Publishing Environment*) que é um ambiente para a construção e gerenciamento de aplicações Web, e a linguagem Python para a criação do GROA como um novo produto Zope.

### 8.1 Zope

Zope é um dos primeiros projetos, ligado à comunidade de código aberto, a implementar um servidor de aplicações, integrado com um servidor de banco de objetos, visando criar sites e aplicações dinâmicas na Web (ZOPE, 2003). Sua aplicação é quase ilimitada para o desenvolvimento de sites de conteúdo na Internet.

Dentre as vantagens que o Zope oferece aos programadores, podemos citar (BEEHIVE, 2001):

- Zope é totalmente orientado a objetos.
- Zope contém um banco de dados orientado a objetos e um servidor web.
- Zope é orientado a transações e permite ao usuário coisas como desfazer ações e assim por diante.
- Devido aos adaptadores de banco de dados, Zope pode ser conectado a bancos de dados relacionais tais como Oracle, Sybase, Postgres, MySQL, e Interbase.
- Zope é extremamente flexível e de código aberto, permitindo desenvolvedores usarem-no em seus próprios projetos ou projetos para clientes, sem qualquer restrição ou taxas de licença.
- A comunidade Zope torna disponível centenas de aplicações para Zope (conhecidas como Produtos Zope), que podem ser facilmente implementadas por usuários sem conhecimento de programação usando o sistema de gerenciamento web integrado do Zope.
- A linguagem de script do Zope, DTML, e ZClasses permitem programar sistemas Zope via Web usando apenas um browser web.
- Devido à estrutura orientada a objetos do Python, centenas de módulos disponíveis podem ser integrados ao Zope para permitir a execução de tarefas especializadas, tais como criar relatórios no formato PDF.

### 8.1.1 Produtos Zope

Zope é escrito em Python e pode ser estendido através da criação de produtos. Produtos Zope são módulos que encapsulam aplicações e classes de objetos Zope. Através da criação deles, são obtidos vários benefícios, tais como (BEEHIVE, 2001):

- acesso completo a todos os módulos Zope e Python e possibilidade de utilização de várias classes embutidas no Zope para construir seus próprios objetos;
- pode-se utilizar editores de texto mais adequados para a programação, ao invés de usar um browser web;
- pode-se utilizar sistemas de versionamento (tais como CVS) para permitir que diversos programadores trabalhem no mesmo produto simultaneamente;
- pode-se distribuir e instalar o produto Zope em vários servidores Zope ou ainda contribuir com a comunidade Zope como software "*open source*";
- o código é isolado dos gerenciadores de conteúdo ou outros que estejam trabalhando na tela de gerenciamento do zope que não são programadores, e é possível adaptar a interface de gerenciamento do produto para eles;
- os dados (no ZODB) e o código (no produto) são armazenados separados, tornando fácil atualizar ou substituir código sem afetar os dados ou vice-versa.

## 8.2 Produto GROA

Devido às vantagens apresentadas anteriormente, optou-se pela criação do GROA como um produto Zope que permitirá a sua utilização em diferentes servidores e personalização e adaptação pelos usuários que tiverem interesse em utilizá-lo.

### 8.2.1 Componentes do GROA

Os principais componentes do GROA estão identificados na Figura 8.1 e são:

- `__init__.py`: É o construtor do produto. Ele identifica o produto, registra e o inicializa na lista de produtos do Zope.
- `GROA.py`: É o módulo principal do produto. Contém o método construtor que instancia o produto GROA no Zope, a definição da classe do produto, métodos e funções. Este módulo contém:
  - `Metatype`: É o identificador único (GROA) para a classe do produto.
  - `Classes do produto`: Define os elementos de dados (propriedades) e métodos disponíveis nas instâncias do produto.
- `add.dtml`: Contém o formulário usado para a criação de uma instância do produto.
- `icon.gif`: É usado como um ícone para a instância do produto.
- `ieee.py`: Módulo com as classes e métodos para a criação dos elementos no padrão IEEE-LOM.

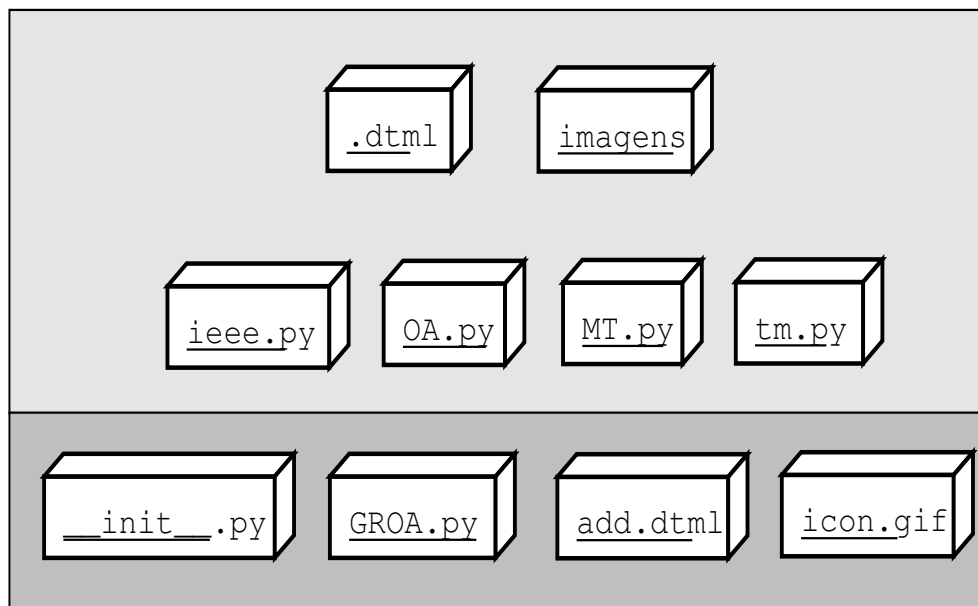


Figura 8.1: Componentes do GROA

- `OA.py`: Módulo que contém os métodos para a criação e edição de descritores e recursos de OAs, bem como seu armazenamento no repositório.
- `tm.py`: Módulo com as classes e métodos para a criação de mapas de tópicos, baseado no modelo XTM 1.0 (AHMED et al., 2001)
- `MT.py`: Módulo utilizado para a construção de mapas de tópicos. Contém as classes e métodos necessários para a criação de tópicos, associações e ocorrências, bem como o armazenamento destes no repositório.
- `.dtml`: Arquivos utilizados para a geração da interface para os usuários.
- `imagens`: Imagens utilizadas como ícones das classes do produto.

#### 8.2.1.1 Módulo “ieee”

O módulo “ieee” foi construído baseado no padrão IEEE para metadados de objetos de aprendizagem (LOM). Nesta implementação foram abordados todos os elementos definidos no padrão, seguindo a estrutura hierárquica proposta, como apresentado no capítulo 3 do presente trabalho.

A Figura 8.2 apresenta um diagrama de classes resumido do módulo “ieee”.

#### 8.2.1.2 Módulo “tm”

Este módulo apresenta as classes e métodos para a criação de mapas de tópicos, baseado no modelo XTM 1.0 (AHMED et al., 2001). Foram implementados todos os elementos propostos no modelo, porém o GROA utiliza apenas alguns destes elementos.

A Figura 8.3 apresenta o diagrama de classes do Mapa de Tópicos que está sendo utilizado pelo GROA. Observa-se que na classe **Topic** foi acrescentado um atributo chamado **dn** que armazena o *Distinguished Name* do tópico, baseado no modelo LDAP.

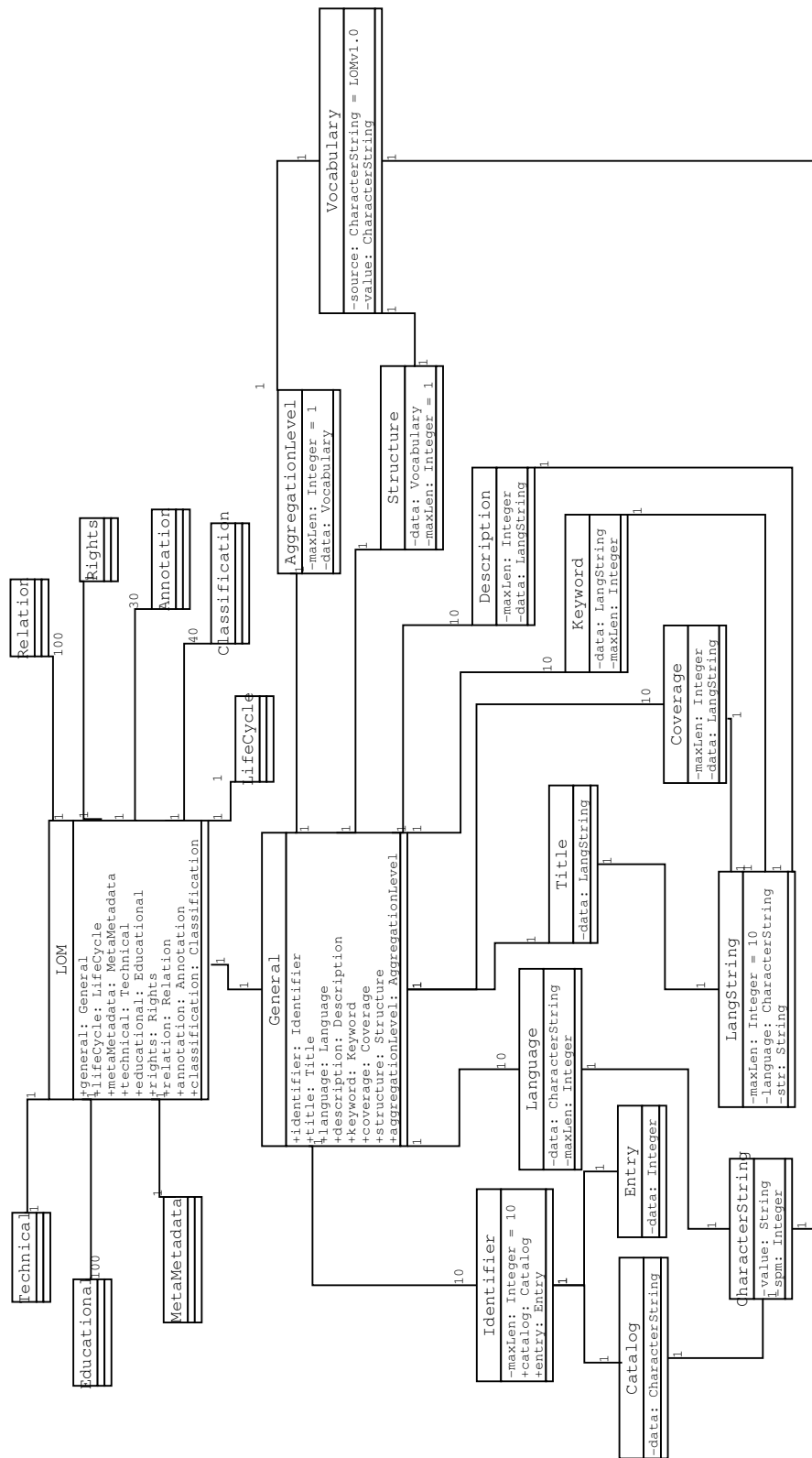


Figura 8.2: Diagrama de Classes "ieec"

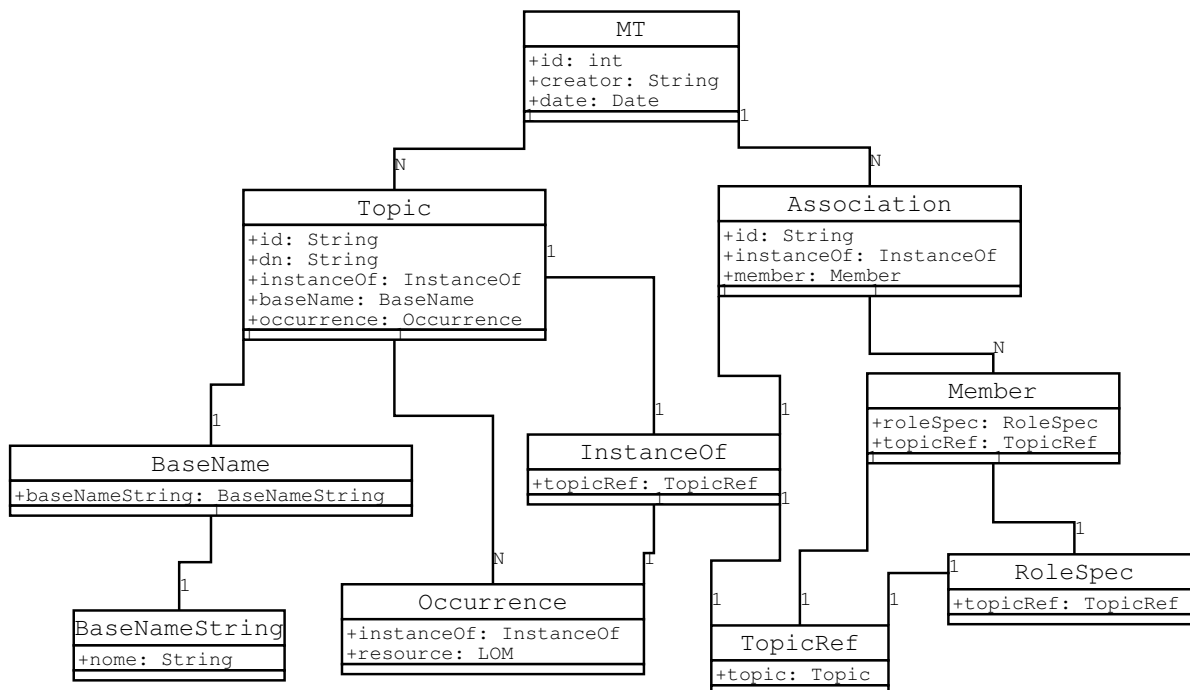


Figura 8.3: Diagrama de Classes do Mapa de Tópicos

## 8.2.2 Buscas com ZCatalog

*CATALOG* é um mecanismo de busca embutido no Zope que permite categorizar e pesquisar todos os tipos de objetos Zope (LATTEIER; PELLETIER, 2002). Foram criados no GROA dois catálogos (um para os OAs e outro para os tópicos dos MTs) com o mecanismo de catalogação automática que atualiza estes catálogos à medida em que os respectivos objetos são criados ou modificados.

ZCatalogs armazenam informação sobre objetos e seus conteúdos em bancos de dados rápidos chamados **índices**. Índices podem armazenar e recuperar grandes volumes de informação muito rapidamente. É possível criar diferentes tipos de índices que lembram diferentes tipos de informações sobre os objetos.

Quando se faz uma procura em um ZCatalog, não se está procurando pelos objetos um por um. Isso levaria tempo demais se houvessem muitos objetos. Antes de procurar um ZCatalog, ele procura os objetos e lembra tudo que foi informado a ser lembrado sobre eles. Esse processo é chamado indexação. A partir daí, é possível procurar por determinados critérios e o ZCatalog retornará objetos que atendam a eles.

Quando um objeto é catalogado, o Catalog usa cada índice para examinar o objeto. Ele consulta atributos e métodos para encontrar um valor do objeto para cada índice.

Além de indexar informação sobre o objeto, o ZCatalog pode também armazenar informação sobre o objeto em um banco de dados tabular chamado **tabela de metadados**. Esta tabela funciona similarmente a uma tabela de banco de dados relacional, ela consiste de uma ou mais colunas que definem o esquema da tabela. A tabela está preenchida com linhas de informação sobre objetos catalogados.

A tabela de metadados é útil para gerar relatórios de pesquisa. Ela mantém o caminho da informação sobre objetos que vão em seus formulários de relatório.

### 8.2.2.1 Catálogo de OAs

Os índices definidos para o catálogo de OAs foram os elementos presentes nos seus descritores. Estes índices são do tipo *ZCTextIndex*, que faz uma pesquisa de texto completo. Com a utilização do *ZCTextIndex* é possível:

- Procurar por expressões booleanas como "palavra1 AND palavra2". Isso procurará por todos os objetos que contêm ambas "palavra1" e "palavra2". Operadores booleanos válidos incluem AND, OR, e AND NOT.
- Controlar a ordem de pesquisa com expressões usando parênteses "(palavra1 AND palavra2) OR palavra3". Isso retornará objetos contendo "palavra1" e "palavra2" ou apenas objetos que contêm o termo "palavra3".

Este índice de texto usa um **lexicon**, que é um objeto que administra opções de indexação de texto específico da língua.

Foram adicionadas novas colunas na tabela de metadados, a fim de definir o esquema desejado para a apresentação dos objetos encontrados. São elas: *id*, *title* e *description*, que correspondem, respectivamente, ao identificador, título e descrição do OA presentes na categoria geral.

### 8.2.2.2 Catálogo de tópicos

Para o catálogo de tópicos, que armazena informações sobre tópicos e associações presentes nos mapas de tópicos, foram definidos como índices os elementos *meta\_type*, *dn*, *id*, *nome*, *tipo*, *papel1*, *topico1*, *papel2*, *topico2*.

Estes índices são do tipo *FieldIndex*, que faz uma pesquisa exata nos valores dos elementos.

Na tabela de metadados, as colunas adicionadas foram: *id*, *dn*, *nome*, *topico1*, *papel1*, *topico2*, *papel2* e *ocorrencia*.

## 8.2.3 Busca nos Mapas de Tópicos

A busca nos mapas de tópicos ocorre em duas etapas:

- Na primeira etapa é realizada uma busca na estrutura de diretórios dos tópicos (hierárquica). Para a apresentação dos tópicos resultantes utiliza-se o catálogo de tópicos.
- A segunda etapa busca informações no catálogo de objetos de aprendizagem. São consultados os metadados dos objetos retornados na primeira etapa e os resultados desta nova busca são retornados.

Os dados necessários para iniciar a busca são: o tópico de início da busca e o tipo de busca (tópico, um nível ou sub-árvore).

Para a geração automática do formulário utilizado na segunda etapa da busca, foi criada uma árvore de descritor baseada no modelo LOM, conforme mostra a Figura 8.4.

## 8.2.4 Instalação do Produto GROA

Quando o servidor Zope é inicializado ele procura o diretório Produtos e registra todos os produtos que encontra, incluindo novos ou modificados.

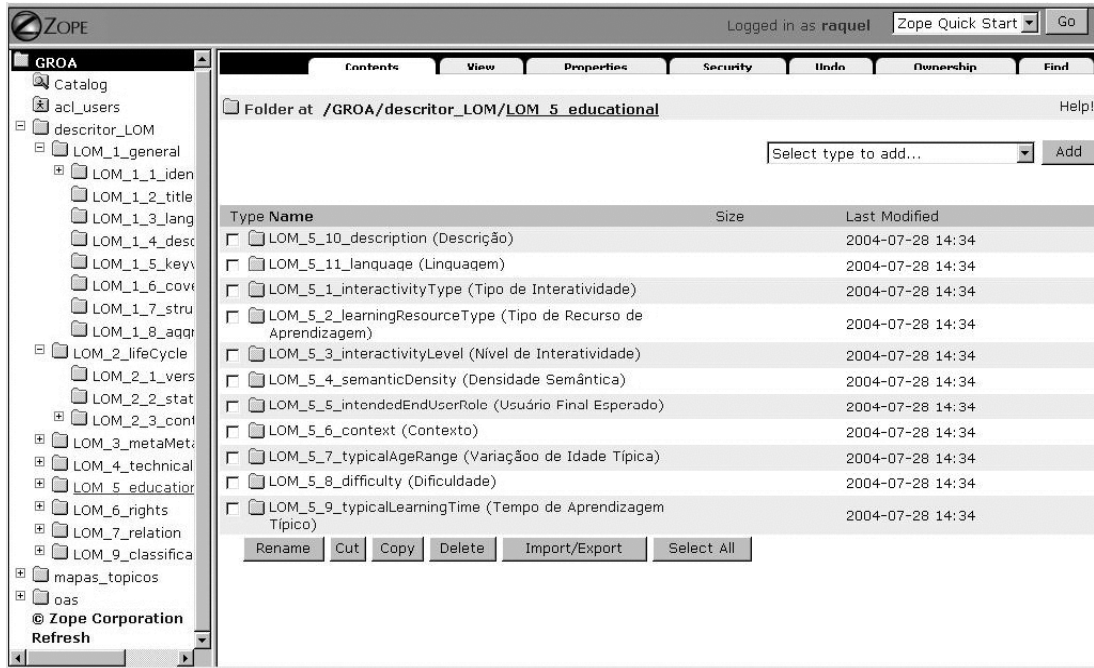


Figura 8.4: Árvore de descritores LOM

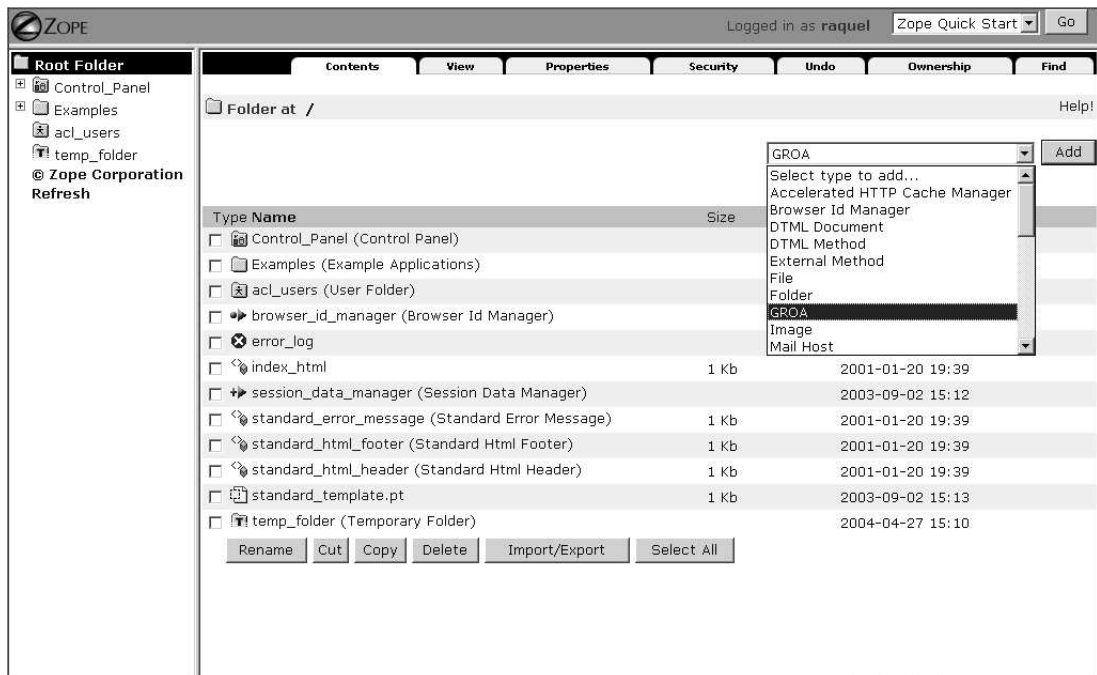


Figura 8.5: Instanciando o Produto GROA - 1

Para instalar o produto GROA, é necessário copiar seus arquivos para o diretório `/lib/python/Products` do Zope.

Uma vez instalado este produto, seu metatype (GROA) irá aparecer na interface de gerenciamento do Zope, na listagem de tipos de objetos a serem instanciados, como mostra a Figura 8.5. O próximo passo é o preenchimento do formulário com o id e o título para esta instância (Figura 8.6).



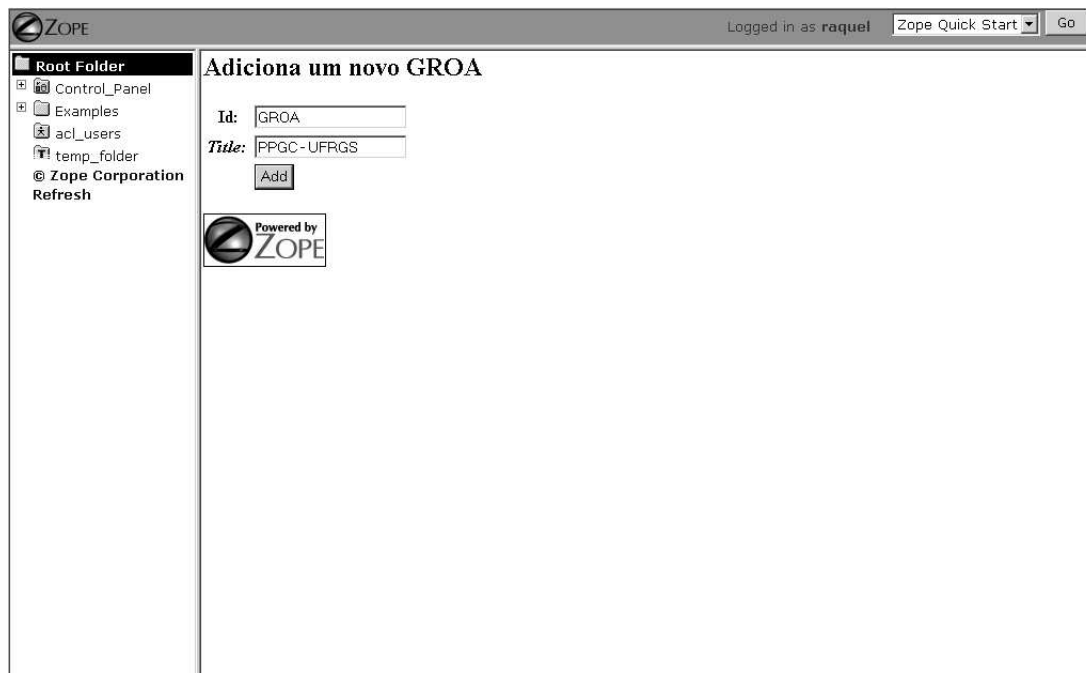


Figura 8.6: Instanciando o Produto GROA - 2

### 8.3 XML-RPC

XML-RPC é um protocolo extremamente simples para o envio de chamada remota de procedimentos via internet usando XML e HTTP. XML fornece um vocabulário descrevendo as chamadas remotas do procedimento, que são transmitidas então entre computadores, usando o protocolo HTTP. Desta maneira, torna-se possível aos computadores chamarem procedimentos em outros computadores.

Todos os objetos Zope têm uma URL e métodos que podem ser chamados através da Web. Normalmente os métodos nos objetos Zope são chamados através de um browser. XML-RPC fornece o poder de controlar um web site através de programas. Usando XML-RPC com Zope, o web site torna-se uma aplicação que pode servir tanto programas clientes quanto browsers web (LATTEIER, 2004). Dessa forma, qualquer ação que possa ser executada na interface de gerenciamento do Zope pode ser programada com XML-RPC.

Foram realizados, neste trabalho, alguns testes para a chamada remota de procedimentos do GROA utilizando o protocolo XML-RPC em Python. Como este protocolo não trata questões de segurança, foi necessário estender o cliente XML-RPC para executar a autenticação no Zope. Para tal, foi utilizado o módulo `xmlrpclibBasicAuth.py`, disponível em [http://zope.org/Members/andym/ZShellCLI/xmlrpclibBasicAuth.py/file\\_view](http://zope.org/Members/andym/ZShellCLI/xmlrpclibBasicAuth.py/file_view).

Foi criado ainda o método abaixo que trata as chamadas XML-RPC ao GROA, onde o primeiro parâmetro é o nome do método a ser chamado e o segundo é uma tupla contendo os argumentos deste método.

```
def xmlrpc(self,met,pars):
    try:
        m=getattr(self,met)
        apply(m,pars)
    except:
        return 0
    return 1
```

Desta forma, para fazer o acesso ao GROA via Python, basta importar o módulo de autenticação

```
>from xmlrpclibBasicAuth import Server
```

acessar o servidor

```
>s=Server('http://localhost:8080/GROA', 'user', passwd')
```

e chamar os métodos a partir do `xmlrpc` criado

```
>s.xmlrpc('setTopic','0','teste', 'OA', 'recurso', 'ocorrencia')
```

Neste exemplo está sendo chamado o método `setTopic` que cria um novo tópico no Mapa de Tópicos do GROA

No apêndice B encontra-se uma tabela com os métodos mais importantes do GROA e o modo de chamá-los usando o protocolo XML-RPC. Essa tabela constitui o protocolo de acesso ao serviço de gerenciamento de repositórios de objetos de aprendizagem disponibilizado por uma instalação do GROA.

## 9 USOS DO GROA

A seguir são apresentadas as aplicações do GROA que estão em desenvolvimento atualmente.

### 9.1 Metadados para OAs de museus

Existe um trabalho em desenvolvimento para a criação de uma extensão do padrão LOM (*Learning Object Metadata*) para museus, o qual denomina-se M-LOM (*Museum-LOM*) (MARCHI, 2004). O M-LOM foi definido para armazenar informações semânticas de objetos de aprendizagem de museus de ciências e tecnologia. A extensão proposta está relacionada à inclusão de elementos de dados e recomendações específicas de definição dos elementos baseado no contexto de museus. Este trabalho abrange ainda a criação de um conjunto de tópicos específicos para este contexto.

O GROA serve como base para a implementação deste trabalho auxiliando na construção da estrutura de tópicos e adequando-se ao padrão M-LOM através da sua expansão.

### 9.2 Integração do GROA ao ENSINET

Foi realizada na UCPel (Universidade Católica de Pelotas), a integração de uma versão inicial do GROA ao ambiente ENSINET. Esta versão ainda não contemplava o subsistema Gerenciador de Mapas de Tópicos, mas possibilitou a verificação da viabilidade de utilização do GROA neste ambiente.

### 9.3 OAs para o Theatro Sete de Abril

Este trabalho visa a criação de objetos de aprendizagem sobre o Acervo Digital do Memorial do Theatro Sete de Abril, de Pelotas, e a atividade educacional “Estudo do Theatro Sete de Abril de Pelotas”, destinada à crianças da terceira série do nível fundamental. Após o desenvolvimento do material multimídia, foi feita a classificação dos objetos no GROA. Este trabalho encontra-se em desenvolvimento no LAD - Laboratório de Acervo Digital, da Escola de Informática/UCPel.

## 10 CONCLUSÃO

Um grande problema encarado pela comunidade de aprendizagem é como produzir, disponibilizar e localizar conteúdos de qualidade para complementar o ensino. O modelo de objetos de aprendizagem torna-se promissor neste sentido visto que possibilita a criação de pequenos pedaços independentes de conteúdo educacional que podem ser utilizados em diferentes contextos. Através da catalogação padronizada destes objetos e do armazenamento em repositórios, torna-se mais fácil a localização e recuperação dos mesmos.

Dessa forma, o presente trabalho destacou-se no desenvolvimento de um gerenciador de repositórios de objetos de aprendizagem que oferece benefícios em relação ao cadastro, recuperação e classificação de OAs, baseado nos padrões existentes.

As possibilidades de utilização deste sistema englobam desde universidades ou instituições que oferecem cursos online até empresas que possuem departamentos de treinamento, trazendo benefícios no que se refere ao desenvolvimento de conteúdos.

### 10.1 Trabalhos Futuros

Existem ainda outras funcionalidades que poderiam ser agregadas ao GROA, tornando este sistema mais completo, como por exemplo:

- Inclusão em ambientes EAD. Se for integrado a ambientes de ensino, o GROA pode atuar como facilitador na construção de cursos e atividades online, que podem fazer uso dos objetos armazenados no repositório. Desta forma, é possível que o mesmo material seja reutilizado diversas vezes. Esse é o modo como o GROA está sendo integrado ao ENSINET.
- Repositórios distribuídos. A utilização de repositórios distribuídos permite a comunicação entre gerenciadores de forma que os repositórios possam referir e buscar objetos de dados e metadados em outros repositórios.
- Mecanismos para a importação/exportação de OAs. Para trabalhar com repositórios distribuídos é necessário um mecanismo para importar objetos de aprendizagem em formatos padronizados (“*packaging*”). Atualmente o GROA exporta objetos como simples arquivos.
- Importação/Exportação de metadados em diferentes padrões. O GROA utiliza o padrão IEEE e, a partir deste, é possível exportar os metadados dos objetos em outros padrões como IMS, Dublin Core e Cancore. Para isto seria necessária a inclusão

de novos módulos referentes aos novos padrões ou métodos para realizar o mapeamento entre seus elementos. Atualmente, o GROA recebe metadados apenas pela interface de gerenciamento ou remotamente, item por item, através do protocolo XML-RPC.

- Avaliação de OAs. É interessante a inclusão de mecanismos para a avaliação dos OAs existentes no repositório de forma que seja feito um *ranking* destes objetos e isto se reflita na resposta das buscas realizadas no repositório. Desta maneira os objetos retornados estariam ordenados de acordo com a sua qualidade.
- Exportação/Importação de mapas de tópicos nos formatos XTM e RDF.

## REFERÊNCIAS

- ADL. Advanced Distributed Learning Initiative. Disponível em: <<http://www.adlnet.org>>. Acesso em: maio 2002.
- AHMED, K.; AYERS, D.; BIRBECK, M.; COUSINS, J.; DODDS, D.; LUBELL, J.; NIC, M.; RIVERS-MOORE, D.; WATT, A.; WORDEN, R.; WRIGHTSON, A. **Professional XML Meta Data**. UK: Wrox Press Ltd, 2001.
- AICC. Aviation Industry CBT Committee. Disponível em: <<http://www.aicc.org>>. Acesso em: abr. 2003.
- ALI. Apple Learning Interchange. Disponível em: <<http://www.ali.apple.com>>. Acesso em: set. 2003.
- ARIADNE. Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe. Disponível em: <<http://www.ariadne-eu.org>>. Acesso em: abr. 2003.
- ATL. Academic Technologies for Learning - Learning Objects Presentation. Disponível em: <<http://www.atl.ualberta.ca/lop>>. Acesso em: abr. 2003.
- AULANET. Ambiente de Ensino baseado na Web. Disponível em: <<http://www.les.inf.puc-rio.br/aulanet>>. Acesso em: fev. 2004.
- BECHHOFFER, S.; HARMELEN, F. van; HENDLER, J.; HORROCKS, I.; MCGUINNESS, D. L.; PATEL-SCHNEIDER, P. F.; STEIN, L. A. **OWL Web Ontology Language Reference**. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/owl-ref/>>. Acesso em: fev. 2004.
- BEEHIVE. **The Book of Zope**. San Francisco: No Starch Press, Inc., 2001.
- BERNES-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. **The Semantic Web**: a new form of web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. Disponível em: <[http://www.sciam.com/print\\_version.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21](http://www.sciam.com/print_version.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21)>. Acesso em: fev. 2004.
- CAMPOS, G. H. B. **Escola internet - Formação e treinamento online**. Disponível em: <[http://www.timaster.com.br/revista/colunistas/ler\\_colunas\\_emp.asp?](http://www.timaster.com.br/revista/colunistas/ler_colunas_emp.asp?)>. Acesso em: fev. 2004.
- CAREO. Overview. 2002b. Disponível em: <<http://www.careo.org/documents/overview.html>>. Acesso em: abr. 2003.
- CAREO. Campus Alberta Repository of Educational Objects. 2002a. Disponível em: <<http://www.careo.org>>. Acesso em: abr. 2003.

CLOE. Co-operative Learning Object Exchange. Disponível em: <<http://cloe.on.ca/>>. Acesso em: dez. 2003.

COSTA, A. C. R.; MIRANDA, R. M.; DIMURO, G. P. **GROA - Um Gerenciador de Repositórios de Objetos de Aprendizagem**. Disponível em: <<http://www.labvirt.futuro.usp.br/evento/palestras/nacionais/AntonioRochaCosta.pdf>>.

DAML. DARPA Agent Markup language. Disponível em: <<http://www.daml.org>>. Acesso em: fev. 2004.

DCMI. Dublin Core Metadata Initiative. Dublin Core Element Set, Version 1.1. 1997. Disponível em: <<http://www.dublincore.org/dcml-type-vocabulary>>. Acesso em: abr. 2003.

DOWNES, S. **Learning Objects - Learning Object Repositories**. 2001. Disponível em: <[http://www.atl.ualberta.ca/downes/naweb/column000523\\_4.htm](http://www.atl.ualberta.ca/downes/naweb/column000523_4.htm)>. Acesso em: jul. 2003.

ENSINET. Ambiente de Ensino baseado na Web. 2003. Disponível em: <<http://ensinet.ucpel.tche.br>>. Acesso em: fev. 2004.

EOE. **The EOE Foundation**. Disponível em: <<http://www.eoe.org>>. Acesso em: mar. 2003.

FRIESEN, N.; ROBERTS, A.; FISHER, S. **CanCore: metadata for learning objects**. Disponível em: <[http://www.cjlt.ca/content/vol28.3/friesen\\_etal.html](http://www.cjlt.ca/content/vol28.3/friesen_etal.html)>. Acesso em: jun. 2003.

GOLDBERG, M. W.; SALARI, S. **An Update on WebCT (World-Wide-Web Course Tools): a tool for the creation of sophisticated web-based learning environments**. Disponível em: <<http://star.ucc.nau.edu/nauWeb97>>. Acesso em: mar. 2003.

HORROCKS, I.; FENSEL, D.; BROEKSTRA, J.; DECKER, S.; ERDMANN, M.; GOBLE, C.; HARMELEN, F. V.; KEIN, M.; STAAB, S.; STUDER, R.; MOTTA, E. **The ontology layer oil**. Disponível em: <<http://www.ontoknowledge.org/oil/TR/oil.long.html>>. Acesso em: out. 2003.

HOWES, T. A.; SMITH, M. C.; GOOD, G. S. **Understanding and Deploying LDAP Directory Services**. USA: Macmillan Technical Publishing U.S.A, 1999.

ICONEX. Learning Object Repository. Disponível em: <<http://www.iconex.hull.ac.uk/interactivity.htm>>. Acesso em: mar. 2003.

IEEE. **Draft Standard for Learning Object Metadata**. 2002. Disponível em: <[http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf)>. Acesso em: abr. 2003.

IEEE. Learning Technology Standards Committee (LTSC). Disponível em: <<http://ltsc.ieee.org/wg12>>. Acesso em: abr. 2003.

IMS. Instructional Management Systems Project. Disponível em: <<http://imsproject.org>>. Acesso em: abr. 2003.

- KARP, R.; CHAUDRI, V.; THOMERE, J. **XOL**: an xml-based ontology exchange language. Disponível em: <<http://www.ai.r.sri.com/pkarp/xol>>. Acesso em: fev. 2004.
- LABVIRT. Laboratório Didático Virtual. Disponível em: <<http://www.labvirt.futuro.usp.br>>. Acesso em: out. 2003.
- LATTEIER, A. **Internet Scripting**: zope and xml-rpc. Disponível em: <<http://www.xml.com/lpt/a/2000/01/xmlrpc/index.html>>. Acesso em: abr. 2004.
- LATTEIER, A.; PELLETIER, M. **The Zope Book**. Indianapolis: New Riders, 2002.
- LONGMIRE, W. **A Primer on Learning Objects**. Disponível em: <<http://www.learningcircuits.com/mar2000/primer.html>>. Acesso em: maio 2003.
- LYDIA. **Lydia Global Repository**. Disponível em: <<http://www.lydialearn.com>>. Acesso em: jun. 2003.
- MARCHI, A. C. B. D. Uma proposta de padrão de metadados para objetos de aprendizagem de museus de ciências e tecnologia. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v.2, n.1, 2004.
- MERLOT. Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching. Disponível em: <<http://www.merlot.org>>. Acesso em: abr. 2003.
- MIRANDA, R. M.; COSTA, A. C. R. Introdução aos Objetos de Aprendizagem e seus Repositórios. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DA REGIÃO SUL - DESAFIOS DA EDUCAÇÃO PARA A AMÉRICA LATINA, 3., 2003, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UCPel, 2003. 1 CD-ROM.
- MIRANDA, R. M.; COSTA, A. C. R. Um estudo sobre especificações e Padrões de Metadados para Objetos de Aprendizagem. In: OFICINA DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, 7., 2003, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Editora Universidade Católica de Pelotas, 2003. p.253-256.
- OE<sup>3</sup>. Objetos Educacionais para Engenharia de Estruturas. Disponível em: <<http://www.cesec.ufpr.br/etools/>>. Acesso em: fev. 2004.
- OLSEN, G. S. **Standy Ready? Emerging e-learning standards in a pedagogical perspective**. Disponível em <<http://www.nettskolen.com/forskning/standards.pdf>>. Acesso em: mar. 2003.
- REZENDE, E. A. **Mapa de Tópicos**. Disponível em: <[http://genesis.nce.ufrj.br/dataware/TESI\\_2002\\_3/ErickRezende\\_monografia\\_XML.pdf](http://genesis.nce.ufrj.br/dataware/TESI_2002_3/ErickRezende_monografia_XML.pdf)>. Acesso em: set. 2003.
- RIVED. Red Internacional Virtual de Educación. Disponível em: <<http://rived.proinfo.mec.gov.br/default.htm>>. Acesso em: dez. 2003.
- RIVED. **Fábrica Virtual**. Disponível em: <<http://rived.proinfo.mec.gov.br/fabricavirtual/index.htm>>. Acesso em: fev. 2004.
- ROSHELLE, J.; DIGIANO, C.; PEA, R.; KAPUT, J. **Educational Software Components of Tomorrow (ESCOT)**. Disponível em: <[http://www.escot.org/docs/MSET\\_ESCOT.html](http://www.escot.org/docs/MSET_ESCOT.html)>. Acesso em: set. 2003.



TAROUCO, L. M. R.; FABRE, M.-C. J. M.; TAMUSIUNAS, F. R. Reusabilidade de objetos educacionais. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v.1, n.1, 2003.

TELEDUC. Ambiente de Ensino a Distância. Disponível em: <<http://teleduc.nied.unicamp.br/teleduc/>>. Acesso em: fev. 2004.

W3C. **RDF Primer**. 2004a. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/rdf-primer/>>. Acesso em: fev. 2004.

W3C. **Web Services Activity**. 2004b. Disponível em: <<http://www.w3.org/2002/ws>>. Acesso em: abr. 2004.

WBT. **Tele-ensino tem novo soft de gerenciamento**. Disponível em: <<http://www.wbtsystems.com>>. Acesso em: nov. 2003.

WILEY, D. A. **The Instructional Use of Learning Objects**. Bloomington: D. A. Wiley, 2000.

WISC-ONLINE. Wisconsin Online Resource Center. Disponível em: <<http://www.wisconline.org/about/woinfo/woinfo.html>>. Acesso em: mar. 2003.

ZOPE. Zope Community. Disponível em: <<http://www.zope.org>>. Acesso em: abr. 2003.

## APÊNDICE A METADADOS PARA OBJETOS DE APRENDIZAGEM

### • Geral

- **Identificador:** Rótulo único que identifica o objeto de aprendizagem. É composto pelos elementos:
  - \* **Catálogo:** Nome ou identificação do esquema de catalogação utilizado para este registro. No caso deste repositório, o catálogo é “GROA”.
  - \* **Entrada:** Valor do identificador dentro do esquema de identificação ou catalogação que identifica este OA.
- **Título:** Nome dado para este OA. Ex: (“pt”, “Máquinas de Turing”)
- **Linguagem:** A principal linguagem humana ou linguagens usadas neste OA para a comunicação com o usuário pretendido. Ex: “pt”. (Este elemento pode ter um valor nulo caso o objeto não apresente conteúdo lingual, como uma figura, por exemplo.)
- **Descrição:** Uma descrição textual do conteúdo deste OA.
- **Palavra-Chave:** Uma palavra-chave ou frase descrevendo o tópico deste OA.
- **Cobertura:** O tempo, cultura, geografia ou região à qual este OA se aplica. Este elemento inclui localização espacial (nome de um lugar ou coordenadas geográficas), período temporal (rótulo de período, data ou variação de datas) ou jurisdição (tal como entidade administrativa). ex: (“en”, “16th century France”)
- **Estrutura:** Estrutura fundamental deste OA. Os valores para este elemento podem ser:
  - \* *atômica:* um objeto que é indivisível (neste contexto).
  - \* *coleção:* um conjunto de objetos com relacionamento não especificado entre eles.
  - \* *em rede:* um conjunto de objetos com relacionamentos que são ‘inespecificáveis’ (unspecified).
  - \* *hierárquica:* um conjunto de objetos cujos relacionamentos podem ser representados por uma estrutura de árvore.
  - \* *linear:* um conjunto de objetos que são completamente ordenados. Ex: conjunto de objetos conectados por relacionamentos “anterior” e “próximo”.

- **Nível de Agregação:** A granularidade funcional deste OA. Os valores para este elemento podem ser:
  - \* 1: o menor nível de agregação, por exemplo, dados ou fragmentos.
  - \* 2: uma coleção de OAs nível 1, por exemplo, uma lição.
  - \* 3: uma coleção de OAs nível 2, em geral, um curso.
  - \* 4: o maior nível de granularidade, em geral um conjunto de cursos que levam a um certificado.

(Um objeto de aprendizagem com estrutura=“atômica” geralmente terá o nível de agregação=1. Um objeto de aprendizagem com estrutura=“coleção”, “linear”, “hierárquica” ou “em rede”, geralmente terá níveis de agregação 2,3 ou 4.)

### • Ciclo de Vida

- **Versão:** A edição deste OA.
- **Status:** O status de conclusão ou condições deste OA. Os valores para este elemento podem ser: *rascunho, final, revisado ou indisponível*.
- **Colaboradores:** Aquelas entidades (pessoas, organizações) que tiveram contribuições para o estado deste OA durante seu ciclo de vida.
  - \* **Entidade:** A identificação de e informações sobre entidades que contribuíram para este OA.
  - \* **Papel:** Tipo de contribuição. Os valores para este elemento são: *autor, publicador, desconhecido, iniciador, terminador, validador, editor designer gráfico, executor técnico, provedor de conteúdo, validador técnico, validador educacional, roteirista, designer instrucional, especialista em conteúdo*.
  - \* **Data:** A data da contribuição.

### • Meta-Metadados

- **Identificador:** Um rótulo único que identifica o registro de metadados.
  - \* **Catálogo:** O nome ou indicador da identificação ou esquema de catalogação para este registro. Neste sistema, o valor para este elemento é “GROA”.
  - \* **Entrada:** O valor do identificador dentro da identificação ou esquema de catalogação que indica ou identifica este registro de metadados.
- **Colaborador:** Aquelas entidades (pessoas, organizações) que afetaram o estado desta instância de metadados durante seu ciclo de vida (por exemplo, criação, validação).
  - \* **Entidade:** A identificação de e informações sobre entidades que contribuíram com esta instância de metadados.
  - \* **Papel:** Tipo de contribuição. Os valores para este elemento são *criador e validador*.
  - \* **Data:** A data da contribuição.

- **Esquema de Metadados:** O Nome e versão da especificação usada para criar esta instância de metadados. Este elemento é gerado automaticamente pelo sistema com o valor “LOMV1.0”.
- **Linguagem:** Linguagem desta instância de metadados. Este valor não pode ser nulo porque a instância de metadados está em uma ou mais linguagens humanas. A linguagem *default* para o GROA é português.

#### • Técnica

- **Formato:** Tipo de dados deste OA. Este elemento será usado para identificar o software necessário para acessar este OA. Ex: “video/mpeg”, “text/html”.
- **Tamanho:** O tamanho do OA digital em bytes. Este tamanho é representado como um valor decimal. Consequentemente somente dígitos de 0 a 9 devem ser usados. A unidade é bytes, não MBytes, GB, etc. Ex: “4200”.
- **Localização:** Este é o local onde o OA descrito por esta instância de metadados está fisicamente localizado.
- **Requisitos:** As capacidades técnicas necessárias para usar este OA.
  - \* **Tipo:** A tecnologia necessária para utilizar este OA, por exemplo, hardware, software, rede, etc. Os valores para este elemento podem ser: sistema operacional ou browser.
  - \* **Nome:** Nome da tecnologia necessária para usar este OA. Se o “tipo” for sistema operacional, os valores para o elemento “nome” podem ser: *pc-dos, ms-windows, macos, unix, multi-os ou none*. Se o “tipo” for browser, os valores para “nome” podem ser: *qualquer, netscape communicator, ms-internet explorer, opera, amaya*.
  - \* **Versão Mínima:** Menor versão possível da tecnologia necessária para usar este OA.
  - \* **Versão Máxima:** Maior versão possível da tecnologia para usar este OA.
- **Observações para Instalação:** Descrição de como instalar este OA.
- **Outros Requisitos de Plataforma:** Informações sobre outros requisitos de software e hardware. Ex: “caixa de som”.
- **Duração:** Tempo que um OA utiliza quando executado na velocidade pretendida. Este elemento é útil para sons, filmes ou animações. Os valores para este elemento devem utilizar o formato específico para a representação de duração. Ex: “PT1H30M” (1 hora e 30 minutos).

#### • Educacional

- **Tipo de Interatividade:** Modo predominante de aprendizagem suportada por este OA. Seus valores podem ser:
  - \* *Ativa:* Aprendizagem ativa é suportada pelo conteúdo que induz diretamente uma ação produtiva pelo aprendiz. Um objeto de aprendizagem ativa leva o aprendiz a uma contribuição significativa ou a algum outro tipo de ação ou decisão produtiva, não necessariamente executada dentro do ambiente do objeto de aprendizagem. Documentos ativos incluem simulações, questionários e exercícios.

- \* *Expositiva*: Aprendizagem expositiva ocorre quando o trabalho do aprendiz consiste principalmente em absorver o conteúdo exposto a ele (geralmente através de textos, imagens ou sons). Documentos expositivos incluem ensaios, video clips, todos os tipos de material gráfico e documentos hipertextos.
  - \* *Mista*: Quando um objeto de aprendizagem mistura tipos de interatividade ativa e expositiva, então seu tipo de interatividade é mista. Ex: documento hipermídia com uma applet de simulação embutida.
- **Tipo de Recurso de Aprendizagem**: Tipo específico de objeto de aprendizagem. Os valores possíveis para este elemento são: *exercício, simulação, questionário, diagrama, figura, gráfico, índice, slide, tabela, texto, teste, experiência, problema, auto-avaliação, palestra*.
  - **Nível de Interatividade**: O grau de interatividade que caracteriza este OA. Interatividade neste contexto refere-se ao grau no qual o aprendiz pode influenciar o aspecto ou comportamento do objeto de aprendizagem. Os valores para este elemento podem ser: *muito alta, alta, média, baixa, muito baixa*.
  - **Densidade Semântica**: O grau de concisão de um OA. A densidade semântica de um OA pode ser estimada em termos de seu tamanho ou duração. Ela é independente da dificuldade do OA. Os valores para este elemento podem ser: *muito alta, alta, média, baixa, muito baixa*.
  - **Usuário final esperado**: Principal usuário para o qual este OA foi projetado. Os valores possíveis para este elemento são: *professor, autor, aluno e administrador*. Um aluno trabalha com um OA para aprender alguma coisa. Um autor cria ou publica um OA. Um administrador gerencia a distribuição deste OA, por exemplo, uma universidade. Um exemplo de documento para um administrador é um currículo.
  - **Contexto**: O principal ambiente dentro do qual espera-se que a aprendizagem e uso deste OA aconteça. Neste elemento poderão ser utilizados os valores: *escola, ensino superior, treinamento e outro*.
  - **Variação de idade típica**: Idade do usuário esperado. Ex: “7-9”, (“pt”, “somente adultos”).
  - **Dificuldade**: Refere-se ao grau de dificuldade exigido no trabalho com este OA ou através dele, para o público alvo ao qual se destina. Os valores podem ser: *muito fácil, fácil, médio, difícil, muito difícil*.
  - **Tempo de Aprendizagem típico**: Tempo típico ou aproximado levado para trabalhar com este OA para o público alvo destinado. Ex: “PT1M45S” (1 minuto e 45 segundos).
  - **Descrição**: Comentários sobre como este OA deve ser usado.
  - **Linguagem**: A linguagem humana usada pelo usuário esperado deste OA. Como um exemplo, para um OA em francês, destinado a estudantes que falam inglês, o valor de Geral.Linguagem será francês e o valor de Educacional.Linguagem será inglês (“en”).

## • Direitos

- **Custo:** Quando o uso deste OA requer pagamento. Os valores podem ser *sim* ou *não*.
- **Direitos autorais e outras restrições:** Quando direitos autorais ou outras restrições se aplicam ao uso deste OA. Este elemento aceita os valores *sim* ou *não*.
- **Descrição:** Comentários sobre as condições de uso deste OA.

#### ● Relação

- **Tipo:** Natureza do relacionamento entre este OA e o OA identificado no elemento Recurso (descrito a seguir).
- **Recurso:** O objeto de aprendizagem que este relacionamento referencia.
  - \* **Identificador:** Rótulo único que identifica o OA referenciado.
    - **Catálogo:** Nome ou identificação do esquema de catalogação para este registro.
    - **Entrada:** Valor do identificador dentro do esquema de identificação ou catalogação que identifica o OA referenciado.
  - \* **Descrição:** Descrição do OA referenciado.

#### ● Anotação

- **Entidade:** Entidade (pessoa, organização) que criou esta anotação.
- **Data:** Data em que esta anotação foi criada.
- **Descrição:** O conteúdo desta anotação.

#### ● Classificação

- **Propósito:** O propósito de classificação deste OA. Os valores para este elemento podem ser: *disciplina, idéia, pré-requisito, objetivo educacional, acessibilidade, restrições, nível educacional, nível de habilidade, nível de segurança, competência*.
- **Caminho na taxonomia:** Um caminho taxonômico em um sistema de classificação específico. Cada nível sucessor é um refinamento na definição do nível anterior.
  - \* **Fonte:** O nome do sistema de classificação. Ex: (“en”, “ACM”)
  - \* **Taxon:** É um termo particular dentro da taxonomia.
    - **Id:** O identificador do taxon, tal como o nome ou combinação de letras fornecidas pela fonte da taxonomia. Ex: “12”
    - **Entrada:** Um rótulo textual do taxon. Ex: (“en”, “Medical Sciences”)
- **Descrição:** descrição do OA relativo ao propósito de classificação indicado para esta classificação específica, tal como disciplina, idéia, nível educacional, etc. Ex: (“en”, “A medical instrument for listening called a stethoscope.”)
- **Keyword:** Palavras e frases descritivas do OA relativo ao propósito de classificação indicado para esta classificação específica. Ex: (“en”, “diagnostic instrument”)

## APÊNDICE B UTILIZAÇÃO DO PROTOCOLO XML-RPC NO GROA

<b>Método</b>	<b>Descrição e Chamada via XML-RPC</b>
<b>addNewGROAUser</b>	Cria um novo usuário GROA s.xmlrpc('addNewGROAUser',(name,pwd,confirm,roles,domains))
<b>editGROAUser</b>	Altera um usuário GROA s.xmlrpc('editGROAUser',(name,pwd,confirm,roles,domains))
<b>deleteGROAUser</b>	Exclui um usuário GROA s.xmlrpc('deleteGROAUser',(name))
<b>setOA</b>	Cria um objeto de aprendizagem s.xmlrpc('setOA',(GROA_id, general, lifeCycle, contribute, metaMetadata, technical, name, educational, rights, relation, classification))
<b>editOA</b>	Altera um objeto de aprendizagem s.xmlrpc('editOA',(OA_id, general, lifeCycle, contribute, metaMetadata, technical, name, educational, rights, relation, classification))
<b>setAnnotation</b>	Cria uma anotação s.xmlrpc('setAnnotation',(OA_id,entity,date,description))
<b>addMapaTopicos</b>	Cria um mapa de tópicos s.xmlrpc('addMapaTopicos',(MT_id,title,creator,date))
<b>setTopicType</b>	Cria um novo tipo de tópico s.xmlrpc('setTopicType',(MT_id,baseNameString))
<b>setAssociationType</b>	Cria um novo tipo de associação s.xmlrpc('setAssociationType',(MT_id,baseNameString))
<b>setOccurrenceType</b>	Cria um novo tipo de ocorrência s.xmlrpc('setOccurrenceType',(MT_id,baseNameString))
<b>setAssociationRole</b>	Cria papéis em associações s.xmlrpc('setAssociationRole',(MT_id,baseNameString))
<b>setTopic</b>	Cria um tópico s.xmlrpc('setTopic',(MT_id,baseNameString,IOTopicRef, OIOtopicRef, OresourceRef))
<b>setAssociation</b>	Cria uma associação s.xmlrpc('setAssociation',(MT_id,IotopicRef,MRStopicRef1,MtopicRef1, MRStopicRef2,MtopicRef2))

---

---

<b>Método</b>	<b>Descrição e Chamada via XML-RPC</b>
setSubTopico	Cria um sub-tópico s.xmlrpc('setSubTopico',(superTopico,baseNameString, IOTopicRef))
setSubTopicoOA	Cria um sub-tópico do tipo OA s.xmlrpc('setSubTopico',(superTopico, GROA_id, baseNameString, IOTopicRef))
getMetadata	Retorna os metadados do descritor do OA s.xmlrpc('getMetadata',())
getResource	Retorna o objeto de aprendizagem s.xmlrpc('getResource',())

---