

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

BRUNA MEDEIROS MARQUES

A WEB SEMÂNTICA NA SIGNIFICAÇÃO DE CONTEÚDOS: UMA ONTOLOGIA
PARA REPRESENTAÇÃO DO DOMÍNIO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

CRICIÚMA, JULHO DE 2010

BRUNA MEDEIROS MARQUES

A WEB SEMÂNTICA NA SIGNIFICAÇÃO DE CONTEÚDOS: UMA ONTOLOGIA
PARA REPRESENTAÇÃO DO DOMÍNIO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção do Grau de Bacharel em Ciência da
Computação da Universidade do Extremo Sul
Catarinense.


Orientadora: Profa. MSc. Leila Lais Gonçalves

CRICIÚMA, JULHO DE 2010

Bruna Medeiros Marques


**A WEB Semântica na significação de conteúdos: uma ontologia para
representação do domínio de objetos de aprendizagem.**

Submetido ao corpo docente do Curso de Ciência da Computação da
Universidade do Extremo Sul Catarinense como um dos requisitos para obtenção do grau
de Bacharel em Ciência da Computação.




Profa. MSc. Ana Claudia Garcia Barbosa
Coordenadora do Curso de Ciência da Computação

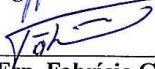
Banca Examinadora:



Prof. MSc. Leila Laís Gonçalves
Orientador



Prof. MEng. Evânio Ramos Nicolcit



Prof. Esp. Fabricio Giordani

Aos meus avós que sempre
me mostraram o que é
realmente importante.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares por todo apoio concedido durante toda minha trajetória.

Aos meus amigos que estiveram do meu lado durante toda a graduação, fazendo com que ela fosse mais leve do que realmente é.

A minha amiga Mary pelas incontáveis madrugadas de incentivo.

Ao meu namorado Bernardo pelo incansável apoio e estímulo no último ano e principalmente nas últimas semanas.

E, principalmente, a minha orientadora Leila e ao seu incentivo, conhecimento e amizade; e a sua família, que cederam suas manhãs de sábado para a orientação desta pesquisa.

O segredo é quebrar os problemas em
pequenos pedaços administráveis.

Se você lidar com eles, termina
antes de saber disso.

RESUMO

O aumento significativo da quantidade de informações disponíveis na Web originou pesquisas direcionadas para melhora da estruturação e representação destas informações e grande parte destas pesquisas tem sido direcionada para a estruturação de conteúdos educacionais digitais, conhecidos por *objetos de aprendizagem*. A disponibilização destes conteúdos vem apresentando um crescente avanço na representação semântica de seu significado. Observou-se que apesar da área de representação de objetos de aprendizagem ser ampla, a preocupação em representar especificamente exercícios é pequena. Esse trabalho apresenta uma proposta ontológica de objetos de aprendizagem de exercícios utilizando as tecnologias da Web Semântica. Para isso foram pesquisadas as ontologias de representação de objetos de aprendizagem atuais, assim como as tecnologias utilizadas nestas ontologias, observando quais situações já são atendidas e quais precisam ser ampliadas. Para o desenvolvimento da ontologia de domínio de objetos de aprendizagem foi utilizada a metodologia METHONTOLOGY e em sua estrutura a ferramenta Protégé em OWL. Essa proposta estende uma ontologia de domínio de objetos de aprendizagem para dar significado a materiais de aprendizagem de exercícios. O modelo ontológico para representação de objetos de aprendizagem de exercícios é o resultado desta pesquisa.

Palavras chaves: ontologia, objetos de aprendizagem, OWL, exercícios.

ABSTRACT

The significant increase of the information volume available in the Web has originated researches dedicated to improve the structure and representation of that information. A great amount of this research has been directed to the structuring of the digital educational content, known as learning objects. The availability of such content has been showing a growing advance in semantic representation of its signification. It was observed that although the representation area of learning objects is wide, the concern to represent specific exercises is small. This paper presents an ontological proposition of learning objects of exercises using the Semantic Web technologies. Ontologies of representation of present learning objects were surveyed, as well as the technologies used in these ontologies, observing which situations are already covered and which need to be expanded. To develop the domain ontology of learning objects, the METHONTOLOGY methodology was used in its structure along with the tool Protégé in OWL. This proposal extends a domain ontology of learning objects to give meaning to learning materials exercises. The Ontological model for representation of learning objects of exercises is the result of this work.

Keywords: ontology, learning objects, OWL, exercises.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Arquitetura em camadas	31
Figura 2. Graph Data Model.....	36
Figura 3. As partes de uma sentença (statement) RDF	37
Figura 4. Representação RDF no formato RDF/XML.....	38
Figura 5. Documento XML completo para um documento RDF.....	38
Figura 6. Exemplo de um esquema RDF	39
Figura 7. Exemplo de Mapas Conceituais.....	67
Figura 8. Mapa Conceitual de um Objeto de Aprendizagem de Exercícios	76
Figura 9. Ontologia sobre materiais de aprendizagem.....	79
Figura 10. Formatos de Ontologia no Protégé 4.1.0.....	84
Figura 11. Classes e SubClasses da ontologia.....	85
Figura 12. Relacionamento da classe Exercício com as TipoQuestao e Disciplina	85
Figura 13. Individuos da classe Exercício.....	86
Figura 14. Ontologia de Araújo(2003) alterado o conceito Objeto	87
Figura 15. Ontologia de Araújo(2003) alterado o conceito Exercício.....	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tipo de ontologias segundo o grau de formalidade.....	54
Tabela 2. Tipo de ontologias segundo à função	54
Tabela 3. Tipo de ontologias segundo a estrutura	55
Tabela 4. Tipo de ontologias segundo o conteúdo	55
Tabela 5. Principais Conceitos da Ontologia de Araújo (2003).....	81
Tabela 6. Principais conceitos adicionados e alterados a ontologia de Araújo (2003).....	82
Tabela 7. Principais relacionamentos adicionados a ontologia de Araújo (2003).....	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALO	Atomic Learning Object
API	Application Programming Interface
ARIADNE	Aliance of Remote Instructional Authoring and Distribution NetWorks Europe
ASN	Abstract Syntax Notation One
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BIOE	Banco Internacional de Objetos Educacionais
DC	Dublin Core
DCMI	Dublin Core Metadata Initiative
DTD	Document Type Definitions
EBW	Educação Baseada na Web
EML	Educational Modeling Language
ENS	Exploratory Navigation Systema
HTML	Hyper Tet Makeup Language
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
LabVirt 2	Laboratório Virtual da Escola do Futuro da Universidade de São Paulo
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
LMS	Learning Management System
LOM	Learning Object Model
LTSC	Learning Technology Standards
MEC	Ministério da Educação
NAVE	Navigation and Exploration Model
NS	NameSpace

OA	Objeto de Aprendizagem
OBAS	Servidor de Aplicações Baseado em Ontologias
OID	Object Identifier 1.2.6.1.9.100
OUNL	Open Universiteit Nederland
OWL	Web Ontology Language
RC	Representação de Conhecimento
RDF	Resource Description Framework
RIVED	Rede Interativa Virtual de Educação
ROA	Repositórios de Objeto de Aprendizagem
SCO	Sharable Content Objects
SEED	Secretaria da Educação a Distância
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
URI	Uniform Resource Identifier
W3C	World Wide Web Consortium
Web	World Wide Web
WWW	World Wide Web
XML	eXtensible Markup Language

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVO GERAL	16
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.3	JUSTIFICATIVA	17
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2	OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....	20
2.1	CONCEITO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....	20
2.2	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS	22
2.3	APLICAÇÕES.....	24
2.4	PRINCIPAIS PADRÕES.....	25
2.5	REPOSITÓRIOS DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM	26
3	WEB SEMÂNTICA	29
3.1	DEFINIÇÕES DE WEB SEMÂNTICA.....	29
3.2	ARQUITETURA DA WEB SEMÂNTICA	30
3.2.1	Camada Unicode e URI	31
3.2.2	Camada XML	32
3.2.3	Camada RDF	34
3.2.4	Camada de Ontologia.....	42
3.2.5	Camadas de Lógica, Prova e Confiança.....	42
3.3	ONTOLOGIA.....	43
3.4	METADADOS	43
4	ONTOLOGIAS	49
4.1	METODOLOGIA PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS	50
4.2	ELEMENTOS DE UMA ONTOLOGIA	52
4.3	TIPOS DE ONTOLOGIAS.....	53
4.4	OWL	56
4.5	VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE ONTOLOGIAS	57
4.6	DESvantagens DA UTILIZAÇÃO DE ONTOLOGIAS	58
4.7	FERRAMENTAS PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS	59
4.7.1	Protégé2000.....	59
4.7.2	Comparativo entre as propostas de ontologias	60
5	REPRESENTAÇÃO DE INFORMAÇÃO.....	64
5.1	INFORMAÇÃO EM OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....	65
5.2	PRINCIPAIS FORMAS DE REPRESENTAÇÃO	65

5.2.1	Mapas Conceituais	66
5.2.2	Tesouros	67
5.2.3	Metadados	68
6	TRABALHOS CORRELATOS.....	72
6.1	EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E A WEB SEMÂNTICA: MODELAGEM ONTOLÓGICA DE MATERIAS E OBJETOS DE APRENDIZAGEM PARA A PLATAFORMA COL.....	72
6.2	REPRESENTAÇÃO E AGREGAÇÃO DE CONTEÚDOS EM REPOSITÓRIO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....	73
6.3	INSERÇÃO DA BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES NO CONTEXTO DA WEB SEMÂNTICA: CONSTRUÇÃO E USO DA ONTOLOGIA	73
6.4	UM EXPERIMENTO NO USO DE ONTOLOGIA PARA O REFORÇO DA APRENDIZAGEM EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA.....	74
7	ONTOLOGIA DE DOMÍNIO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....	75
7.1	METODOLOGIA.....	75
7.1.1	Especificação.....	77
7.1.2	Conceitualização.....	78
7.1.3	Formalização	78
7.1.4	Implementação	84
7.2	RESULTADOS OBTIDOS.....	88
	CONCLUSÃO.....	89
	REFERÊNCIAS.....	91
	ANEXO A – GLOSSÁRIO DE TERMOS	96
	ANEXO B – ÁRVORE DE CONCEITOS	102
	ANEXO C – DICIONÁRIO DE CONCEITOS	103
	ANEXO D – TABELA DE RELACIONAMENTOS.....	105
	ANEXO E – ARQUIVO OWL.....	106

1 INTRODUÇÃO

A Web é um grande repositório virtual de conteúdo, onde a informação sobre uma infinidade de assuntos está disponível a qualquer hora e em qualquer lugar, oportunizando acesso e divulgação em várias áreas do conhecimento humano, dentre as quais a Educação.

A evolução tecnológica tem possibilitado a aplicação de novas abordagens para melhorar a qualidade e incrementar a eficiência da educação baseada na Web. Entre estas abordagens, destaca-se o foco para o compartilhamento, a reutilização, a estruturação, significação, compreensão e interpretação dos objetos de aprendizagem a partir de pontos comuns de referência dos conteúdos Web.

Segundo Wiley (2001) um Objeto de Aprendizagem (OA) é qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para suporte ao ensino. Estes OAs são disponibilizados na Web em vários formatos diferentes como hipertexto, vídeo, animações, entre outros. Porém, no desenvolvimento de OA é pouca ou inexistente a utilização de recursos que possibilitem a automação da busca, compartilhamento e reutilização de conteúdos digitais de aprendizagem entre as aplicações; a padronização de formatos, linguagens e vocabulários para representar e armazenar estes conteúdos.

Dessa maneira o reuso não é realizado, e perdesse tempo com a produção de novos objetos de aprendizagem. Parte desse problema é originada na falta de estruturação e significação dos conteúdos Web, dificultando a busca, compartilhamento e reutilização de OA.

Para solucionar esse problema (estruturar e significar os materiais disponíveis na Web) é preciso que os conceitos e relações estejam baseados em um vocabulário padrão. No que diz respeito à compreensão e interpretação de OAs, é preciso que as páginas Web que compõem as aplicações para Educação contenham uma marcação semântica, na linguagem

técnica conhecida como *tag*, que deve ser baseada nos termos definidos pelo vocabulário padrão. Ao se utilizar um vocabulário padrão no formato de *tags* no conteúdo Web, possibilita que a busca seja estruturada, o que acaba por facilitar o compartilhamento e a reutilização de objetos de aprendizagem.

Várias soluções têm sido apontadas e pesquisa importante tem sido desenvolvida, planejando a estruturação, significação, busca e recuperação de materiais didáticos. Uma das soluções é utilizar Web Semântica no desenvolvimento de objetos de aprendizagem, ela surge também como solução para estruturação e significação semântica de conteúdos Web, viabilizando o processamento da informação tanto por agentes de software quanto por usuários (BERNERS-LEE; HENDLER; LASSILA, 2001). Ainda segundo os autores, agentes de software devem ter acesso a coleções estruturadas de informações (dados e metadados) e de conjuntos de regras de inferência que ajudem no processo de dedução automática para que seja administrado o raciocínio automatizado, ou seja, a representação do conhecimento. Esse conjunto de regras de inferência é especificado por meio de ontologias.

O *World Wide Web Consortium* (W3C) conceitua uma ontologia como a definição dos termos utilizados na descrição e representação de uma área do conhecimento. Gruber (1996) define ontologia como uma especificação explícita de uma conceitualização. Nesta definição, o termo conceitualização corresponde aos conceitos, objetos e outras entidades que devem (ou que se presume) existir em uma área de interesse, assim como os relacionamentos entre eles. Para implementar uma ontologia utiliza-se uma linguagem que possui recursos para possibilitar a representatividade semântica desejada.

Os metadados são, normalmente, descritos como sendo dados a respeito de dados. Mais tecnicamente, pode-se dizer que metadados são dados estruturados que descrevem as características de um recurso. Consistem de um número pré-definido de elementos que representam atributos específicos de um recurso e cada elemento pode ter um ou mais valores.

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

Como trabalhos que apresentam a construção de ontologia para conteúdos educacionais citam-se o de Araújo (2003) e o de Carneiro; Brito (2005). Os dois trabalhos apresentam uma metodologia de desenvolvimento e implementação de uma ontologia específica para o domínio de materiais digitais de aprendizagem e se diferenciam, basicamente, nas etapas e atividades da metodologia, na linguagem de formalismo de ontologia utilizada, na aplicação de metadados e no ambiente de aplicação. Para estender a aplicação destas pesquisas é necessário validar as metodologias, os modelos de domínio de objetos de aprendizagem e os metadados utilizados no desenvolvimento.

1.1 OBJETIVO GERAL

Estender uma ontologia para a representação do domínio de objetos de aprendizagem com o uso de tecnologias da Web Semântica.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) apresentar os principais elementos do domínio de objetos de aprendizagem em específico de exercícios;

- b) identificar as tecnologias da Web Semântica e ontologia aplicadas na representação e estruturação de objetos de aprendizagem;
- c) comparar propostas de desenvolvimento de ontologias para objetos de aprendizagem;
- d) propor um modelo de representação e estruturação do domínio de objetos de aprendizagem;
- e) gerar uma ontologia de representação do domínio de objetos de aprendizagem com o uso de uma linguagem de definição semântica.

1.3 JUSTIFICATIVA

A falta de estrutura e significado nas informações disponibilizadas na Web é apontada como a causa maior dos problemas na busca, compartilhamento e reutilização dos conteúdos em geral, como também de conteúdos destinados à educação. Dentro deste contexto, a Web Semântica apresenta-se como uma possível solução, pois provê recursos tanto para estruturação, significação semântica dos conteúdos e sua utilização tornam mais eficientes e eficazes a busca e recuperação das informações.

A significação semântica no desenvolvimento de objetos de aprendizagem visa também, atender inclusive as suas principais características: reuso facilidade de pesquisa e atualização, modularidade e interoperabilidade (LONGMIRE, 2001).

Uma opção para atender estas necessidades seria a modelagem de objetos de aprendizagem baseada em ontologias, usando a infra-estrutura da Web Semântica incluindo metadados e linguagens de ontologia.

Essa modelagem permite a formalização, compartilhamento, definição de conceitos, restrições, instâncias, relacionamentos e axiomas de um domínio de conhecimento

assim como a construção da representação da estrutura desse conhecimento. Sem a utilização de ontologia ou a conceituação do conhecimento, não poderá existir um vocabulário específico que represente a informação ou o conhecimento.

A construção desse modelo de domínio em OAs possibilita a utilização e o compartilhamento de um vocabulário comum entre desenvolvedores e usuários (professores e equipes pedagógicas, por exemplo), permitindo assim, uma classificação mais exata dos OA que facilitará a busca e reutilização destes conteúdos.

Ao se utilizar de metadados para elaborar um OA, torna-se possível que esse conteúdo seja representado com diferentes níveis de granularidade.

O estudo e comparação dos trabalhos que apresentam a construção de ontologia para conteúdos educacionais, buscará validar as metodologias, os modelos de domínio de conhecimento e os metadados utilizados no desenvolvimento (ARAÚJO, 2003; CARNEIRO; BRITO, 2005).

Visa também à customização das ontologias apresentadas para o contexto do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) da Unesc. Esta é mais uma ação de pesquisa com objetivos de contribuir no desenvolvimento e ampliação das funcionalidades e recursos do AVA Unesc.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho possui sete capítulos onde o Capítulo 1 faz uma breve introdução ao trabalho proposto, assim como os objetivos e a justificativa.

O conceito de Objetos de Aprendizagem é abordado no Capítulo 2, bem como suas principais características e padrões de representação.

O Capítulo 3 traz a definição de Web Semântica, definindo-a, assim como sua arquitetura em camadas.

O conceito de Ontologias, suas aplicações e ferramentas para construção de ontologias são abordados no Capítulo 4.

O Capítulo 5 aborda a Representação da Informação em meios digitais, definindo quais as principais formas de representação.

O Capítulo 6 traz os trabalhos correlatos desta pesquisa.

O Capítulo 7 traz o trabalho desenvolvido, assim como os resultados obtidos e dificuldades encontradas para atingir os objetivos.

Por ultimo tem-se a conclusão e sugestões para trabalhos futuros.

2 OBJETOS DE APRENDIZAGEM

A evolução tecnológica tem possibilitado a utilização de abordagens diferenciadas, visando melhorar a qualidade e incrementar a eficiência da Educação Baseada na Web (EBW). Para tanto tem sido utilizado o conceito de objetos de aprendizagem. Por ser um assunto consideravelmente novo, os pesquisadores desta área ainda não chegaram a um único conceito de objeto de aprendizagem. No entanto, as definições se encaminham para um significado em comum, de que OAs são entidades digitais com objetivos educacionais reutilizáveis.

Nesse capítulo será abordado o conceito de objetos de aprendizagem, suas características principais, aplicações, especificações e principais repositórios conhecidos.

2.1 CONCEITO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

O termo Objeto de Aprendizagem é creditado a Wayne Hodgins, que o teria utilizado pela primeira vez em 1992. Os autores são unânimes ao citar que a composição de um OA inclui diferentes tipos de mídia, de tamanho e formatos diversos, animações, *applets*, podendo ser desde um simples componente digital, um *Web site* ou uma complexa. Muzio et al (2001, p.2) argumenta que “[...] existem muitas e diferentes definições para Objetos de Aprendizagem e muitos outros termos são utilizados. Isso sempre resulta em confusão e dificuldade de comunicação [...]”.

Conforme o *IEEE Learning Technology Standards (LTSC)*, OAs são definidos como:

[...] qualquer entidade digital ou não digital que possa ser usada, re-usada ou referenciada durante a aprendizagem suportada por tecnologia. [...] Exemplos de Objetos de Aprendizagem incluem conteúdo instrucional, objetos de aprendizagem,

ferramentas de software e software instrucional, e pessoas, organizações, ou eventos referenciados durante a aprendizagem suportada por tecnologia (IEEE, 2002).

Araújo considera a definição dada pela *IEEE* como vaga e generalista na qual se pode concluir a partir dela que qualquer elemento pode ser considerado um objeto de aprendizagem. Sua definição para OA “[...] um tipo de componente dos materiais de aprendizagem, que pode ser independente das mídias utilizadas, entendidas como entidades digitais que podem ser acessadas simultaneamente através da Web, por vários aprendizes” (ARAÚJO, 2003, p. 102). Dessa forma, podem-se citar como exemplos de OAs textos narrativos, apresentações em vídeo, tabelas, gráficos.

Para Tarouco; Fabre (2003, p. 2) o termo OA geralmente aplica-se a “[...] materiais educacionais projetados e construídos em pequenos conjuntos com vistas a maximizar as situações de aprendizagem onde o recurso pode ser utilizado. A idéia básica é a de que os objetos sejam como blocos com os quais será construído o contexto de aprendizagem”.

Para Shepherd (2000) e Wiley (2001) os OAs são aplicações da orientação a objetos no mundo da aprendizagem assim como pequenos componentes reusáveis – vídeo, demonstrações, tutoriais, procedimentos, histórias e simulações – que não servem simplesmente para produzir ambientes, e sim, para desenvolver pessoas.

Segundo Muzio et al (2001) um OA pode ser definido como um pedaço de informação granular e reutilizável independente de mídia. Este mesmo autor determina que os OAs são elementos independentes, parte ou pedaço de um treinamento. Ainda, segundo o autor, os OAs podem ser definidos como objetos de comunicação utilizados para propósitos instrucionais, podendo ser mapas, gráficos, demonstrações em vídeo ou simulações interativas.

Silva (2007, p. 26) define de forma resumida OAs: “A idéia central dos Objetos de Aprendizagem é quebrar o conteúdo instrucional em pequenos pedaços que possam ser reutilizados em diferentes ambientes de aprendizagem”.

Sendo assim, pode-se definir OAs como blocos instrucionais independentes de informações e que apresentam significado e valor instrucional. Um gráfico, uma figura, um capítulo de um livro, uma animação; podem ser considerados exemplos de OA. Estes blocos podem ser combinados com demais OAs para construção de materiais instrucionais, a fim de conseguir alcançar as características necessárias de um determinado contexto educacional.

2.2 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

As características de OA apresentam como este recurso resolve problemas quanto ao desenvolvimento, armazenamento e distribuição de conteúdos instrucionais por meios digitais. Autores como Fávero et al (2008), Handa e Silva (2003), Longmire (2001), Tarouco (2003) e Wiley (2001) destacam como características de OA os seguintes quesitos:

- a) reutilização: é considerada a característica principal, faz parte da idéia inicial de OAs: a construção de segmentos de aprendizagem na forma computacional, os quais podem ser reutilizados em diversos contextos ou situações de aprendizagem. A reusabilidade é relacionada com a granularidade e a modularidade, duas outras características dos OAs. Alguns autores definem que, relacionado à granularidade, quanto menor for à granularidade de um OA, maior será sua capacidade de reutilização. Já relacionando modularidade com reutilização, quanto mais modular ou mais fácil for de seccionar suas “peças” do todo, maior será a capacidade de reutilizar e recombinar em outros contextos e/ou OA;

- b) agregação: agrupado, combinado com outros OA, formando estruturas de aprendizagem compostas por diversos OAs de diferentes granularidades, que ao serem combinados tornam-se complexos e contextualizados com uma determinada situação. Ao unir vários OA, pode-se construir desde singelas estruturas de conteúdo até aulas com complexas informações inter-relacionadas, como por exemplo, um curso inteiro.
- c) identificação por metadados: metadados (dados sobre dados) são informações descritivas sobre um recurso, ou seja, informações que descrevem informações importantes sobre determinado recurso em um contexto. Essas informações podem variar desde o autor do recurso, até qualquer informação que se julgue necessária. Nesse sentido, Wiley (2001) descreve dois exemplos: o primeiro é o de um cartão de identificação de livros em uma biblioteca e o segundo o de rótulos em latas de produtos. Por meio destes exemplos, segundo o autor, podem-se identificar facilmente quais os metadados que descrevem qual o conteúdo destes recursos/objetos, bem como outras informações necessárias num contexto específico. O cartão de identificação em biblioteca se configura em um metadado que descreve informações do livro: nome do autor, editora, título, data e local de publicação, entre outros. Já para o exemplo do rótulo em enlatados, os metadados, seriam as descrições do conteúdo nutricional do produto, como quantidade de vitaminas e proteínas, ingredientes, entre outros;
- d) interatividade: essa característica parte do princípio que o aluno, ao fazer uso do OA precisa de condições propícias no meio para interagir com o que está sendo abordado. Para que esse relacionamento entre aluno e o conteúdo abordado pelo OA se por meio da visualização de imagens, textos, animações

e escuta de partes sonoras, que demonstrem uma situação, fato ou conceito ao estudante. Essa interatividade ocorre a um nível mais baixo, pois há interação entre o aluno e o conteúdo abordado é passivo, ele somente escuta ou assiste o conteúdo. Em um OA que prevê uma atividade de aprendizagem, ou uma ação efetiva por parte do estudante, possibilitara que este atue em níveis mais elevados e complexos com o conceito e com o próprio OA. No momento em que o aprendiz, ao pensar, refletir ou interagir com o que esta sendo exposto pelo OA, poderá futuramente aplicá-los na resolução da situação, atuando sobre o objeto de conhecimento em questão em nível cognitivo elevado, e por meio de sua atuação, poderá construir ou reconstruir o conhecimento inerente ao conteúdo apresentado pelo OA de maneira prática.

2.3 APLICAÇÕES

Handa e Silva (2003, p. 7) justificam a utilização de OAs da seguinte forma: “Questões como a produção em escala, diminuição do tempo de confecção, diminuição do custo e reutilização, além da melhor organização do processo de criação, são relevantes e justificam a implementação e o uso dos Objetos de Aprendizagem”.

Fávero et al. (2008, p. 20) afirma que “[...] um OA pressupões uma atividade de aprendizagem, uma ação efetiva por parte do estudante permitirá a esse interagir em níveis mais elevados e complexos com os conceitos e com o OA”. O autor acrescenta que OAs podem ser aplicados na resolução da situação/problema, agindo sobre o objeto de conhecimento em um nível interativo mais elevado, podendo construir ou reconstruir o conhecimento inerente ao conteúdo apresentado pelo OA.

2.4 PRINCIPAIS PADRÕES

Objetos de aprendizagem são armazenados e desenvolvidos em diferentes lugares da Web, assim as especificações para metadados de OAs permitem reusar os conteúdos em diferentes sistemas de gerenciamentos de aprendizagem (SILVA, 2007). O autor comenta ainda, que nos últimos sete anos houve um grande esforço para a padronização de elementos de metadados de modo a facilitar a busca e recuperação de OAs, e que entre as corporações que lideram estes esforços, além do *IEEE*, estão também, *Object Metadata Working Group, Inv.*, e *Dublin Core Metadata Initiative*. A preocupação em desenvolver especificações para OA surgiu do intuito de possibilitar a integração entre diferentes tipos de conteúdo e sistemas.

A proposta apresentada pelo padrão *LOM* visa facilitar a pesquisa, evolução, aquisição e uso de objetos de aprendizagem, seja por aprendizes ou por instrutores.

Segundo o *IEEE*, o modelo de dados *LOM* alcançou um nível de estabilidade e reconhecimento internacional requisitado para a implementação em grande escala de infraestruturas de ambientes de aprendizagem. Ele define elementos de metadados, tais como: Título, Palavra-chave, Classificação, entre outros.

Segundo Araujo (2003, p. 90) “o modelo conceitual *LOM* para definição de metadados é o hierárquico. A hierarquia completa do modelo é chamada de “estrutura de árvore” do documento e a implementação de *LOM* é baseada em RDF e RDF *Schema*.”

O padrão *Dublin Core* foi criado pela *Dublin Core Metadata Initiative* (DCMI), que incentiva os padrões de metadados trabalhem em conjunto de modo a desenvolver vocabulários de metadados especializados na descrição de recursos para criar sistemas de busca de informação inteligentes. Elementos como: autor, título, identificador, entre outros são utilizados para marcação dos documentos disponíveis na Web.

Criado originalmente para promover a descoberta, identificação e localização de recursos na Web, o formato *Dublin Core* vem ganhando maior destaque na Web devido a sua simplicidade e flexibilidade (ALVES, 2005).

2.5 REPOSITÓRIOS DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

A necessidade de compartilhamento de OA tem impulsionado a construção de repositórios que trabalhem de forma conjunta, ou seja, que troquem informações sobre os OAs que ambos possuem, facilitando a pesquisa e a localização destes. Segundo Rosseto; Moraes (2007, p. 2) “Um repositório de OA pode ser definido como um local, uma espécie de banco de dados, normalmente integrado a um sistema de aprendizagem, no qual ficam organizados e armazenados os OA com o objetivo de facilitar a sua busca”. Segundo o autor, repositórios armazenam, além de OAs, metadados (que são de forma resumida, informações sobre objetos) referentes aos objetos armazenados. Por meio dos repositórios é possível também localizar, acrescentar e obter outros objetos para uso em diferentes de formas de ensino.

Teodoro (2008) afirmar que entre várias coisas, repositórios virtuais devem seguir o padrão *LOM* para categorização dos elementos; prover acesso simples via Web aos objetos armazenados; facilitar a busca semântica e também a navegação dentro do conteúdo do repositório, criando ligações entre OAs relacionados e suportar o compartilhamento entre diferentes instituições.

Entre vários repositórios existentes, os mais citados atualmente são: Laboratório Virtual da Escola do Futuro da USP, Projeto CESTA, RIVED e Banco Internacional de Objetos Educacionais.

O repositório Laboratório Virtual da Escola do Futuro da USP (LabVirt 2), possui o diferencial em desenvolver situações problemas ligadas ao cotidiano, transformadas por universitários em simulações e animações, que são discutidas e reutilizadas por diversos grupos em escolas públicas.

Scheer et al (2004) comenta que o projeto utiliza OAs desenvolvidos em linguagem Java e que estão documentados no padrão LOM. Projeto CESTA: Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem teve seu início para sistematizar e organizar o registro de OAs que eram desenvolvidos por uma equipe para cursos à distância.

Os materiais desenvolvidos por essa equipe, principalmente os que utilizam multimídia educacional, devem ter acesso *on-line*, precisando para isso, serem catalogados, organizados e armazenados de forma que possam ser recuperados quando e da maneira que for necessário.

Para o armazenamento deste sistema foi utilizado a estrutura de diretório *Lightweight Directory Access Protocol* (LDAP). Para a criação da base LDAP utilizou-se a especificação de atributos da norma *IEEE 1484.12.1* na linguagem *Abstract Syntax Notation One* (ASN) e sua incorporação ao *LOM*. Para a identificação dos atributos e objetos foi utilizado o *Object Identifier 1.2.6.1.9.100* (OID), designado pelo *Internet Assigned Numbers Authority* (IANA) para a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Fávero et al (2008) cita que os OAs desenvolvidos para ficarem em CESTA foram descritos em dois padrões de metadados: o *IEEE* e o *Dublin Core* (DC). O padrão DC é um padrão internacional para descrição de recursos de informação, que consiste em 16 elementos, onde cada elemento pode se repetir fornece uma breve descrição do OA e é opcional.

Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED) foi desenvolvida pela Secretaria da Educação a Distância (SEED/MEC).

Ele teve seu início em 1999, abrangeu o Brasil, Peru e Venezuela, e até 2003 produziu mais de 120 OAs de Biologia, Química, Física e Matemática para o Ensino Médio.

Os OAs disponibilizados nesse repositório são atividades multimídia na forma de animações de boa qualidade. As aplicações desenvolvidas para este projeto tiveram sua utilidade limitada, pois como RIVED não adotou um padrão para o compartilhamento de seus OAs, a maioria dos IMSs não são capazes de importar este material.

Jordão (2008) cita ainda, que um dos objetivos da RIVED é a produção de recursos didáticos em formato de OAs visando a melhoria da qualidade de ensino em escolas públicas.

Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE): teve seu início em 2007, sendo lançado nacionalmente em 2008. Seu principal objetivo é localizar, avaliar e disponibilizar objetos educacionais digitais criado em diferentes tipos de mídias e em áreas de conhecimento abrangidas pela educação infantil, básica, profissional e superior.

O trabalho de localização, avaliação e catalogação dos recursos educacionais digitais no repositório estão sendo feitos por seis universidades brasileiras.

Os OAs catalogados pelo BIOE foram utilizam o padrão de metadados *Dublin Core Qualificado* (DC), que foi desenvolvido pelo DCMI com qualificadores para o conjunto de elementos DC.

3 WEB SEMÂNTICA

A Web vem se constituindo em um grande repositório de informações com grande diversidade de formatos e estruturação. Araujo (2003) e Silva (2008) comentam que as informações disponíveis na Web não possuem uma estrutura definida, sendo geralmente utilizado em sua estrutura de acesso o protocolo HTTP e a linguagem HTML, mas esta tecnologia é limitada no sentido de acesso e processamento da informação, ficando para o usuário o encargo de extrair e interpretar seu conteúdo.

Essa limitação de acesso ao conteúdo propriamente dito ocorre também porque os mecanismos de buscas realizando suas pesquisas baseando-se em palavras-chave e sem efetuar a compreensão do conteúdo apresentado, já que não há uma descrição deste conteúdo. Os resultados retornados acabam sendo abrangentes e pouco precisos.

Dessa maneira, a proposta da Web Semântica é fornecer estrutura, forma e significado na disponibilização do conteúdo, possibilitando organização, busca e reaproveitamento a partir do uso de suas tecnologias.

3.1 DEFINIÇÕES DE WEB SEMÂNTICA

A Web Semântica foi idealizada para que seja compreendida por máquinas, ou melhor, por agentes computacionais, que são capazes de operar de forma eficiente sobre as informações disponíveis, entendendo o seu real significado.

Segundo Carlan (2006, p. 60) “A Web Semântica é a criação e implantação de padrões tecnológicos que permitem que dados sejam compartilhados e reusados”. Ainda segundo a autora, dentre os vários objetivos da Web Semântica, tem-se dois como principais:

- a) tornar possível que o conteúdo disponível na Web tenha conteúdo e significado tanto para homens como para máquinas, fazendo com que uma busca traga uma quantidade maior de informações dentro do contexto desejado;
- b) e criar um padrão para arquiteturas de metadados, utilizando-se para isso de linguagens de ontologias que auxiliem um computador a entender o significado de informações na Web.

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

Araujo (2003) cita ainda, que para que as páginas que compõem a Web devem estar estruturadas, padronizadas e com suas informações catalogadas utilizando uma arquitetura em camadas.

3.2 ARQUITETURA DA WEB SEMÂNTICA

Berners-Lee; Hendler; Lassila (2001) ao planejarem a Web Semântica, idealizaram uma arquitetura em camadas, chamada de “Pirâmide de Linguagens”. O objetivo dessa arquitetura era atender a demanda e definir uma estrutura escalonável, onde cada camada complementa a camada inferior sem depender da superior. Para tornar isso realidade, os autores propuseram uma arquitetura em camadas, representada na Figura 1.

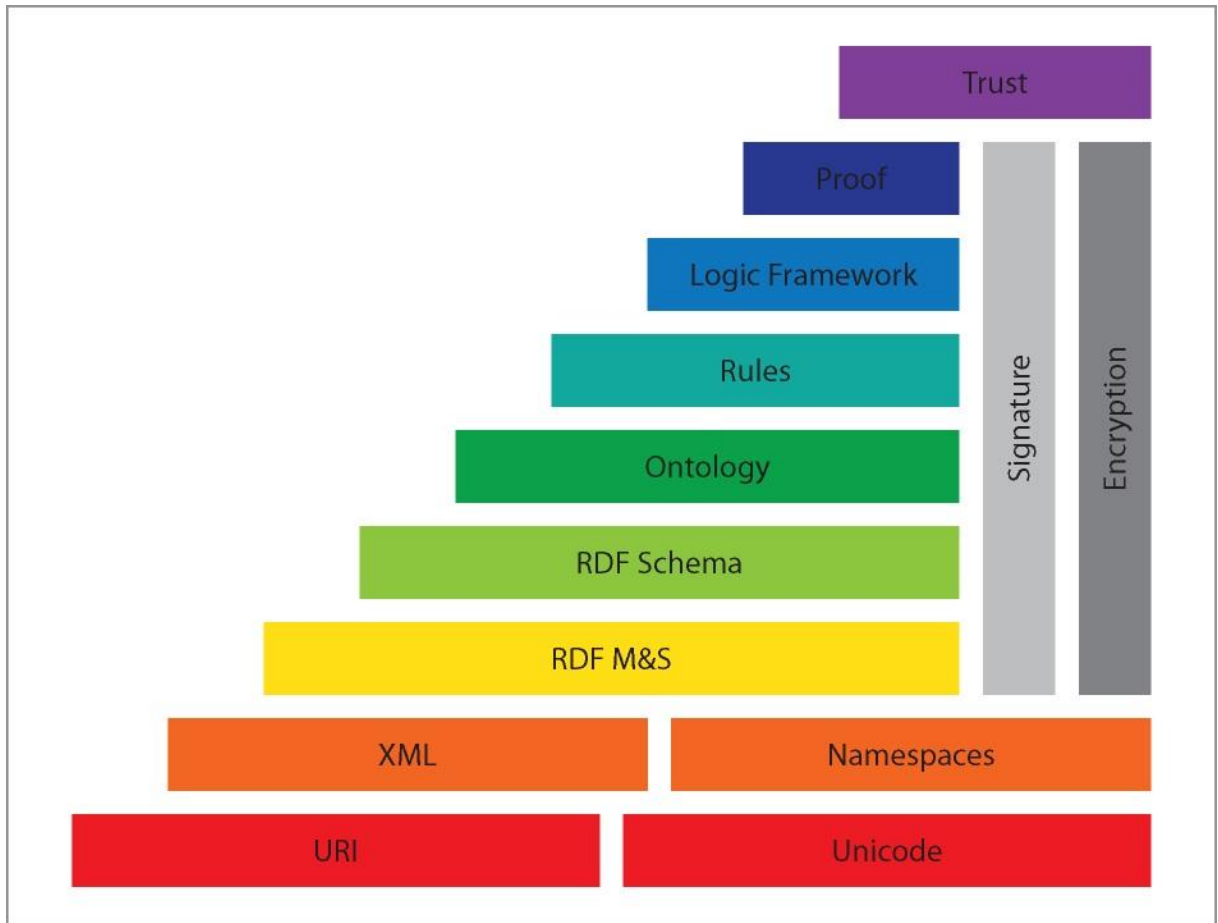


Figura 1. Arquitetura em camadas
 Fonte: BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O (2001)

A Figura 1 demonstra como é feita a divisão em camadas em uma arquitetura semântica. Segundo descrição do autor, as camadas se dividem da seguinte maneira: Camada *Unicode* e *URI*, Camada XML, Camada RDF, Camada de Ontologia e por último as Camadas de Lógica, Prova e Confiança. As camadas são compostas pelas tecnologias necessárias para implementação da Web Semântica.

3.2.1 Camada Unicode e URI

O Unicode permite que qualquer recurso disponível na Web possa ser acessado por computadores em qualquer lugar desde que estes estejam ligados a Web (*THE UNICODE CONSORTIUM*, 2008).

Essa camada se divide em *Unicode* e *Uniform Resource Identifier* (URI): Unicode garante o uso padronizado do mesmo conjunto de caracteres (Unicode) e uma forma unívoca para identificação e localização de documentos (URI).

Prado (2004) destaca que todas as linguagens usam URI como identificadores e que o Unicode é um sistema de codificação de caracteres projetado para suportar o intercâmbio na Web, processar e mostrar textos escritos de diversos idiomas.

O URI possibilita que os documentos contidos na Web possuam um endereço único.

3.2.2 Camada XML

A camada *eXtensible Markup Language* (XML) é adicional a primeira e segundo Carlan (2006) XML é uma linguagem de marcação muito simples e flexível. Permite que sejam acrescentadas novas *tags* conforme for necessário. XML foi produzida com o objetivo de possibilitar a construção de documentos nos quais a informação estivesse estruturada, ou seja, “[...] documentos que contivessem não só conteúdo, mas também indicações a respeito desse conteúdo (metadados)” (LORZA, 2007, p. 6).

Com o uso do XML, é possível especificar metadados por meio de *tags*, dessa maneira o XML possibilita facilidades na definição das *tags* e das relações entre elas.

Diferente do HTML, o XML não possui um conjunto pré-definido de *tags*, o que acaba originando um novo problema, a liberdade de criar elementos e atributos acaba originando problemas de vocabulário, de um mesmo domínio de aplicação, de se utilizar termos diferentes ou se documentos de domínios diferentes utilizarem os mesmos termos.

Para solucionar esse problema, o W3C definiu um *XML NameSpace* (NS), que é uma coleção de nomes, identificados pela referência URI, que é usada nos documentos XML

como tipos de elementos e nomes de atributos. É um modelo que possibilita um nome único de elemento e de atributo em instâncias XML.

Carlan comenta.

Uma instância XML pode conter nomes de elementos e de atributos de mais de um vocabulário XML. Se em cada vocabulário é dado um namespace então a ambigüidade entre nomes idênticos de elementos ou de atributos pode ser solucionada, onde usuários e programas de validação de código XML podem consultar a sintaxe e propriedades semânticas dos conceitos cobertos. Cada nome de elemento em um namespace deve ser único. (Carlan 2006, p. 59)

XML Schema é uma linguagem para restringir a estrutura de documentos XML e estende XML com tipos de dados. (PASSOS, 2006).

Lorza (2007) especifica que a estrutura de um documento XML é definida por tipos de documentos *Document Type Definitions* (DTDs) ou por esquemas XML. Segundo o autor um DTD define o alinhamento léxico de um documento, as classes (ou etiquetas ou rótulos) e seus atributos, e a ordem dos dados no documento XML.

Carlan (2006) fala que *XML Schema* define o a forma de organização válida de documentos XML, incluindo que elementos e atributos são permitidos ou não, quais as suas localizações, o numero de ocorrências de cada elemento e outras características.

Essa camada é composta além do XML, pelo *NAMESPACE* e pelo *XML Schema*.

3.2.2.1 Namespace

Como foi definido pelo *W3Consortium* em janeiro 2002 “Um *namespace* de XML é uma coleção de nomes, identificada por uma referência de URI que são usados em documentos XML como tipo de elementos e nomes de atributo”.

Prado (2004) acrescenta que a XML permite aos usuários acrescentar uma estrutura que contenha a definição de várias *tags* em seus elementos, sem dizer nada sobre o

significado dessas estruturas. Ela pode ser definida como uma representação sintática para outras linguagens e não traz nenhuma informação semântica.

As linguagens baseadas em XML são ideais para o suporte e adaptabilidade de interfaces graças a sua versatilidade de manutenção e capacidade de refinamento que os documentos XML proporcionam (MOLINA, 2003).

3.2.2.2 XML Schema

O XML *Schema* é uma linguagem que possibilita definir regras que validem documentos XML que oferece benefícios na descrição de estruturas de conteúdos de documentos XML. A partir do XML *Schema* é possível definir um formato para documentos do tipo XML.

O XML *Schema* foi proposto pela Microsoft, é tornou-se uma recomendação oficial do W3C (W3 SCHOOLS, 2008b).

3.2.3 Camada RDF

A camada *Resource Description Framework* (RDF) foi desenvolvida pelo W3C com o objetivo de representar informações na Web por meio de redes semânticas, com a vantagem de não precisar referir-se a sua estrutura. Nesse momento os dados já possuem significado e o RDF *Schema* propicia representação de conhecimento através de expressões lógicas (ARAUJO, 2003).

3.2.3.1 RDF

Segundo Souza; Alvarenga (2005) o RDF estabelece na verdade um padrão de metadados para ser embutido na codificação XML, e sua implementação é exemplificada pelo RDF Schema ou RDFS, que faz parte da especificação do padrão.

Jacinto (2007) afirmar que a base da Web Semântica é o RDF, e o descreve como um conjunto de declarações ou descrições sobre um dado recurso contendo um assunto (identificação do recurso), predicado (propriedade ou característica) e objeto (valores).

Araujo (2003, p. 46) resume o conceito de RDF como “[...] uma forma de descrever os recursos da Web, de maneira estruturada utilizando metadados, de modo que as máquinas ajudem os usuários a descobrir recursos na Web, de maneira eficaz e eficiente que os mecanismos de busca atuais.”

Souza; Alvarenga (2005, p. 136) citam como benefícios do padrão RDF:

- a) prover um ambiente consistente para a publicação e utilização de metadados na Web utilizando a infra-estrutura do XML;
- b) permitir que aplicações possam agir de forma inteligente e automatizada sobre as informações publicadas na Web, uma vez que seus significados são facilmente inteligíveis.

Molossi (2008) cita como componentes básicos de arquivos RDF *subject* (sujeito), *predicate* (predicado) e *object* (objeto), e comenta ainda que esses componentes tornem a linguagem altamente flexível. Ainda segundo a autora, o W3C apresenta a representação da codificação do RDF por meio do *Graph Data Model* (Figura 2), em que o conjunto de triplas é representando definindo a ligação entre o sujeito e o objeto pelo predicado.



Figura 2. Graph Data Model
Fonte: MOLOSSI, S (2008)

Podemos observar, que dessa maneira, em RDF toda sentença é formada pelo sujeito que está relacionado ao predicado que finalmente possui o valor indicado pelo objeto, identificando o contexto como declaração.

Lorza (2007, p. 13) afirma que o RDF é composto por três elementos principais, que são apresentados baseados na pesquisa feita pelo autor.

Modelo de dados: fornece uma estrutura conceitual e abstrata para definir metadados. Consistem em três tipos de objetos:

- a) recursos: são sempre denominados por URIs mais identificadores opcionais de âncora. Geralmente os recursos são páginas WEB, podendo ser uma parte de uma página WEB, ou uma coleção inteira de páginas, ou mesmo objetos que não são acessíveis por meio da WEB.
- b) propriedades: são aspectos, características, atributos, ou relações únicas utilizada para descrever um recurso (por exemplo, uma propriedade do recurso <http://w3.org/XML/Schema#dev> é a data de revisão, que pode ser vista na Figura 3).
- c) sentenças: são triplas formadas por recursos, propriedades e valores das propriedades. O valor de uma propriedade pode ser um outro recurso ou um literal. Um literal geralmente é uma cadeia de caracteres (string).

Um exemplo de uma sentença (*statement*) é mostrado a seguir:

“A data de revisão de <http://w3.org/XML/Schema#dev> possui valor 2007/01/23”

Essa sentença é composta por partes recurso, propriedade e valor, conforme

Figura 3:

Recurso	http://www.w3.org/XML/Schema#dev
Propriedade	data de revisão
Valor	2007/01/23

Figura 3. As partes de uma sentença (statement) RDF
Fonte: LORZA, A. (2007)

Essas formas de representação são de compreendidas de maneira rápida e fácil por seres humanos, mas para sistemas computadorizados e agentes de busca não. A seguir é apresentada a sintaxe RDF, que é adequada para processamento a partir de um *software*.

Sintaxe RDF: existem duas sintaxes XML para codificar uma instância do modelo de dados RDF, a sintaxe de serialização e a sintaxe abreviada. A sintaxe de serialização mostra claramente a estrutura de um modelo RDF e a sintaxe abreviada fornece uma forma mais compactada de representar o modelo de dados. Lorza (2007) apresenta somente a sintaxe de serialização por apresentar os elementos de forma detalhada, e é a que será apresentada neste trabalho.

Sintaxe de Serialização RDF: o conteúdo entre os elementos `<rdf:RDF>` e `</rdf:RDF>` em um documento XML representa uma instância do modelo de dados RDF. O elemento *Description* é utilizado para agrupar múltiplas sentenças em um mesmo recurso, fornecendo uma maneira de atribuir um nome ao recurso apenas uma vez para várias sentenças. O nome utilizado para representar o recurso é inserido no atributo `about` caso o recurso exista, ou inserido no atributo `ID` caso contrário.

O exemplo apresentado na Figura 3 é representando no formado RDF/XML na Figura 4.

```

(01) <rdf:RDF>
(02) <rdf:Description about="http://www.w3.org/XML/Schema#dev">
(03) <s:data_revisao>2007/01/23</sdata_revisao>
(04) </rdf:Description>
(05) </rdf:RDF>

```

Figura 4. Representação RDF no formato RDF/XML
Fonte: LORZA, A. (2007)

O documento XML completo é apresentado na Figura 5.

```

(01) <?xml version="1.0"?>
(02) <rdf:RDF>
(03) <xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">
(04) <xmlns:s="http://description.org/schema/">
(05) <rdf:Description about="http://www.w3.org/XML/Schema#dev">
(06) <s:data_revisao>2007/01/23</sdata_revisao>
(07) </rdf:Description>
(08) </rdf:RDF>

```

Figura 5. Documento XML completo para um documento RDF
Fonte: LORZA (2007)

Como se pode observar na Figura 4 e na Figura 5, elas possuem apenas a diferença entre as linguagens RDF e RDF/XML. Assim, na Figura 5, as linhas para definição do espaço de nomes e indicação de início do documento XML estão presentes.

Observando o exemplo acima, é possível verificar que ao possuir expressões condensadas e escritas a mão, a utilização da sintaxe de serialização não é encorajada e a possibilidade da mesma estar incorreta é grande.

Esquema RDF: o modelo de dados define um modelo simples para descrever o relacionamento entre recursos em termos de propriedades e valores. No entanto, o mesmo não fornece mecanismos para definir:

- a) propriedade em si (exemplo: título, autor, tamanho);
- b) relacionamento entre as propriedade e recursos e
- c) tipos de recursos sendo descritos (exemplo: livros, paginas Web, pessoas).

Esse é o papel do Esquema RDF, que pode ser comparada com DTDs e Esquema XML, o que o difere de ambos é que enquanto eles fornecem restrições sobre a estrutura de

um documento XML, um Esquema RDF fornece informações sobre a interpretação das sentenças em um modelo de dados RDF.

Para demonstrar as funcionalidades oferecidas pelo Esquema RDF, assim como sua sintaxe XML, é utilizado o exemplo da Figura 6.

```
(01) <rdf:RDF xml:lang="en"
(02)   xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
(03)   xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#">
(04) <rdfs:Class rdf:ID="Person">
(05)   <rdfs:comment>The class of people.</rdfs:comment>
(06)   <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/2000/03/example/classes#Animal"/>
(07) </rdfs:Class>
(08) <rdf:Property ID="maritalStatus">
(09)   <rdfs:range rdf:resource="#MaritalStatus"/>
(10)   <rdfs:domain rdf:resource="#Person"/>
(11) </rdf:Property>
(12) <rdf:Property ID="ssn">
(13)   <rdfs:comment>Social Security Number</rdfs:comment>
(14)   <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/03/example/classes#Integer"/>
(15)   <rdfs:domain rdf:resource="#Person"/>
(16) </rdf:Property>
(17) <rdf:Property ID="age">
(18)   <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/03/example/classes#Integer"/>
(19)   <rdfs:domain rdf:resource="#Person"/>
(20) </rdf:Property>
(21) <rdfs:Class rdf:ID="MaritalStatus"/>
(22) <MaritalStatus rdf:ID="Married"/>
(23) <MaritalStatus rdf:ID="Divorced"/>
(24) <MaritalStatus rdf:ID="Single"/>
(25) <MaritalStatus rdf:ID="Widowed"/>
(26) </rdf:RDF>
```

Figura 6. Exemplo de um esquema RDF
Fonte: LORZA, A. (2007)

O núcleo dos vocabulários do RDF e do Esquema RDF é definido nos espaços de nomes XML `rdf` (linha 02) e `rdfs` (linha 03). O idioma da documentação é indicado pelo elemento `xml:Lang`. No exemplo, os recursos definidos no Esquema RDF estão no idioma inglês, segundo a notação `xml:Lang='eng'` (linha 01).

Person (linha 04) é uma classe, denotada pelo elemento `rdfs:Class`, com a descrição para que possa ser entendida por humanos: “A classe de pessoas”. Essa descrição é demonstrada por meio de *comment* (linha 05), que é uma propriedade utilizada para documentação.

Todas as pessoas são animais. Dessa maneira, *Person* fica sendo uma subclasse de *Animal* (linha 06). Essa relação pode ser observada por meio de `rdfs:subClassOf` (linha 06). A

classe *Anima* é definida em outro esquema. A propriedade `rdfs:domain` (linhas 15 e 19) é utilizada para indicar as classes em que as propriedades podem ser usada. Como pode-se observar nas propriedades *MaritalStatus* (linha 21), *ssn* (linha 12) e *age* (linha 17) só podem ser usadas na classe *Person*.

Uma pessoa pode possuir as propriedades *age* e *ssn*, cujos valores são inteiros.

Essa relação é observada pela restrição `rdfs:range`. A classe *Integer* é definida em outro esquema. O estado civil de uma pessoa pode ser: *Single*, *Married*, *Divorced* e *Widowed*. Essa relação é obtida por meio do uso da restrição `rdfs:range`.

Araujo (2003) e Kirki (1999) destacam que o RDF foi planejado para funcionar com todos os tipos de dados eletrônicos, destacando como aplicações as seguintes:

- a) identificação consistente de direitos autorais, marcas registradas e outras informações de propriedade intelectual em recursos da Web;
- b) catalogação avançada de recursos e seus relacionamentos dentro de um único sistema ou entre vários sistemas;
- c) pesquisa mais acurada de arquivos de dados, pois os dados em si estão bem identificados;
- d) filtragem mais precisa de dados para sistemas de avaliação de conteúdo;
- e) capacidade de representar conjuntos inteiros de documentos como um único e grande documento, quando apropriado;
- f) estabelecimento de relacionamentos seguros entre documentos e computadores para facilitar o intercâmbio de idéias e de recursos, bem como de comércio eletrônico.

3.2.3.2 RDF Schema

O RDF Schema surgiu para complementar o RDF. Brickley e Guha (2000) definem RDF como um modelo simples para descrever relacionamentos entre recursos em termos de propriedades e valores.

Segundo Araujo (2003) comenta que as propriedades RDF também representam relacionamentos entre recursos. O autor cita ainda “[...] o modelo de dados RDF não fornece um mecanismo para declarar essas propriedades, nem definir os relacionamentos entre essas propriedades e outros recursos”. Essa é a função do RDF Schema.

Segundo Carlan (2006) RDF Schema é uma linguagem que define a estrutura válida para os documentos RDF, sendo semelhante à linguagem XML Schema e junto com o RDF são recomendações do W3C que definem o padrão para a representação de metadados e como a base das linguagens que expressam semântica na Web semântica.

Araujo (2003) cita como outro objetivo do RDF Schema a definição de subclasses que herdam as definições de uma ou mais classes ascendentes, permitindo a implementação de herança múltipla.

Essa propriedade possibilita a incorporação de extensibilidade ao modelo, podendo herdar definições de esquemas já existentes, especializando os metadados e promovendo o reuso e o compartilhamento dos esquemas.

Pode-se citar como recursos que fazem parte do vocabulário de RDF Schema:

- a) **rdfs:Resource:** representa a classe genérica do modelo RDF Schema. Todo objeto descrito por expressões RDF é um recurso;
- b) **rdfs:Class:** é subclasse de rdfs:Resource e representa o conceito genérico de tipo ou categoria, similar à noção de classe em orientação a objetos;

- c) **rdf:Property**: é subclasse de `rdfs:Resource` e representa um aspecto do recurso sendo descrito, similar à noção de atributo em orientação a objetos.

3.2.4 Camada de Ontologia

Nesta camada, tem-se um vocabulário compartilhado, que pode ser usado ao se modelar um domínio, ou seja, o tipo de objetos ou conceitos que existem no domínio que está sendo modelado, suas propriedades e relações (ARAUJO, 2003).

Essa camada possibilita que os agentes de busca “pensem” a respeito do significado dos dados e possam inferir novos fatos (Carlan, 2006).

Ontologias utilizam linguagem para representar a semântica das informações na Web que possibilitem troca de dados em diversos ambientes. A linguagem *Web Ontology Language* (OWL) é uma recomendação do W3C (LORZA, 2007).

3.2.5 Camadas de Lógica, Prova e Confiança.

As três camadas superiores (Camadas de Lógica, Prova e Confiança) ainda não foram completamente especificadas pelo W3C.

A camada de lógica permite a especificação de regras que atuam sobre instâncias e recursos, enquanto a camada de prova as executa, e a camada de confiança avalia se a prova está correta ou não. Para que essas camadas entrem em operação, as camadas inferiores devem estar bem sedimentadas, o que ainda está acontecendo.

3.3 ONTOLOGIA

Gruber (1996) define ontologia como uma especificação explícita de uma conceitualização. Nesta definição, o termo conceitualização corresponde aos conceitos, objetos e outras entidades que devem (ou que se presume) existir em uma área de interesse, assim como os relacionamentos entre eles. Essa definição apresentada por Gruber é a mais utilizada e estudada na literatura quando se fala sobre Ontologias.

Ontologia é uma especificação formal e explícita de conceitualização. O termo é emprestado da filosofia, onde uma Ontologia sistemática é uma conta da existência. Para os sistemas de TI, o que “existe” é o que pode ser representado. Quando o conhecimento de um domínio é representado em um formalismo declarativo, o conjunto de objetos que podem ser representados é chamado o universo de discurso. Este conjunto de objetos e a relação descritiva entre eles são refletidos no vocabulário representacional com o qual um programa baseado no conhecimento, representa conhecimento. Assim, dentro do contexto de TI, podemos descrever a ontologia de um programa, definindo um conjunto de termos de representação. Nesses termos, uma ontologia, definições associam nomes de entidades no universo de discurso (por exemplo, classe, relações, funções, ou outros objetos) com o homem-texto legível descrevendo o que significam os nomes, e axiomas formais que restringem a interpretação e o uso correto destes termos. Formalmente, uma ontologia é a afirmação de uma teoria lógica. (Gruber, 1996, p. 1)

Segundo Passos (2006 p. 28) “para Web Semântica, a camada de ontologia surge para criar estruturas que definem a semântica do vocabulário de termos e sentenças lógicas.”

Dessa maneira, cria-se a possibilidade de relacionar dados e seu significado, de forma que possa ser entendido tanto por homens quanto por máquinas.

3.4 METADADOS

De acordo com o que foi demonstrado até aqui e segundo Alves (2005), é possível afirmar que a Web Semântica é um avanço não somente nos processo de recuperação de conteúdo, como também na forma que esse conteúdo é tratado e disponibilizado. Dentro desse

contexto são utilizados padrões de metadados, definidos por alguns autores como “Dados sobre dados”.

Metadado é uma generalização de um dado, sendo possível, por exemplo, a partir dele indicar se uma determinada base de dados existe, quais são os atributos e características de uma tabela.

Costa (2003) compara a utilização de metadados com um sistema de rotulagem que descreve o recurso, seus objetivos e características, mostrando como, quando e por quem o recurso foi armazenado, e como esta formando.

Dessa forma, pode-se dizer que metadados rotulam as informações disponíveis na internet, fazendo com que mecanismos de pesquisas funcionem de maneira mais adequada.

Passos define da seguinte maneira metadados:

[...] são utilizados para descrever as características de recursos e seus relacionamentos, formando dados semi-estruturados. De maneira geral, são usados para descrever algum tipo de recurso. Dados semi-estruturados são aqueles que não obedecem a um rígido esquema e que possuem uma estrutura mínima. Estes tipos de dados não possuem fortes restrições de tipos de dados, não possuem estruturas regulares e são autodescritivos (PASSOS, 2006, p. 17).

Generalizando, pode-se dizer que metadados são utilizados para resumir o significado/semântica dos dados, de modo a possibilitar que os dados possam ser encontrados de maneira mais fácil e que seja o conteúdo solicitado.

Araujo (2003) cita como padrões de metadados três exemplos: o *LOM*, *IMS Global Learning Consortium* (2001) e *Aliance of Remote Instructional Authoring and Distribution NetWorks Europe* (ARIADNE). O autor comenta ainda, que estes padrões de metadados definem como OAs podem ser descritos para que possam ser pesquisados de modo mais preciso, bem como facilitar a interoperabilidade entre as aplicações.

Metadados, além de definir a descrição de OAs, podem descrever o formato do recurso de maneira que, ao ser localizado por um mecanismo de busca ele identifique o

aplicativo que pode vir a utilizar o recurso, verificando se o formato é compatível, quais são as condições necessárias para uso do recurso e, ainda, se existe alguma restrição de acesso.

“Os metadados podem estar inseridos nos próprios documentos que descrevem. Em páginas HTML é possível inserir metadados através de marcações (chamadas de meta tags), que não são visíveis quando a página é exibida no navegador” (ROCHA, 2004, p. 114).

Souza; Alvarenga (2005) comentam que para compartilhar um significado é preciso mais que uma linguagem flexível, é necessário que o significado seja consensual e inteligível de forma não ambígua entre todos os participantes de uma comunidade. Para tanto, o autor comenta, que foram criados padrões de metadados, de construção de código XML e uma nova significação para o termo ontologias.

Para atender as necessidades de descrição dos novos tipos de materiais seus desenvolvedores buscaram durante a sua criação atender as seguintes características (ALVES, 2005):

- a) que o formato pudesse ter uma infra-estrutura padronizada internacionalmente, por isto a participação de profissionais de diversas áreas do conhecimento;
- b) que o formato apresentasse uma simplicidade na representação semântica dos elementos, garantindo assim uma maior interoperabilidade nos diversos ambientes informacionais e proporcionando também um maior uso entre os desenvolvedores de sites, pois não exige conhecimento prévio ou experiência na área de descrição para usá-lo;
- c) que o formato pudesse ser flexível, ou seja, que proporcionasse a adição ou exclusão de elementos descritivos necessários para a representação de determinados tipos de recursos presentes em comunidades distintas.

Apesar de ser um dos principais esquemas testados com o RDF, o *Dublin Core* não possui uma sintaxe específica e não é um componente direto do RDF. Autores como Araujo (2003) e Kirk (2000) definem como elementos e descrição de metadados os seguintes itens:

- a) **title:** o título que um autor ou editor atribui a um trabalho;
- b) **subject:** sobre o que se trata o trabalho; definido como palavras-chave ou informações;
- c) **creator:** a pessoa ou a organização responsável pelo conteúdo intelectual de um recurso;
- d) **publisher:** um agente ou agência responsável pela disponibilização do trabalho em sua forma atual; normalmente, uma editora ou instituição educacional;
- e) **date:** data associada com a criação ou disponibilidade do recurso.

Alves (2005) comenta que por ser um formato de metadado estruturado, porém simples de ser utilizada, qualquer pessoa que queria estabelecer uma representação mínima de um recurso pode utilizá-lo.

Alves (2005), Gilliland-Swetland (2000), Rosseto (2007) e Senso; Piñero (2003) destacam que os tipos de metadados são relacionados diretamente com as características e funções que eles apresentam e podem pertencer a mais de uma categoria. Os metadados podem ser dos seguintes tipos

- a) **administrativos:** metadados usados para gerir e administrar recursos de informação. Metadados administrativos fornecem informações como: data de criação dos recursos, tipos de arquivos, formas de acesso, controle de direitos e reproduções, informações sobre registros legais e sobre localização, entre outros;

- b) **descritivos:** usados para descrever, identificar e representar recursos de informações. As informações fornecidas por esse tipo de metadado são: informações relacionadas com a catalogação, por exemplo: *titulo, autor, data, resumo, palavras chaves*, entre outros;
- c) **conservação:** metadados que estão relacionados com a conservação e preservação dos recursos. Entre as informações fornecidas por esse tipo de metadados estão: sobre a condição física do recurso, de como o conservar e preservar as versões físicas e digitais de um recurso;
- d) **técnico:** metadados relacionados com o funcionamento dos sistemas e comportamento de outros metadados. As informações fornecidas por esse tipo de metadado são: informações sobre hardware e software, digitalização, controle do tempo de resposta do sistema, autenticidade e segurança de dados;
- e) **uso:** metadados que se relaciona com o nível e tipo de uso dos recursos. Este tipo fornece informações como: sobre os registros de exibição, controle de uso e usuário, controles de acesso, entre outros;

Alves (2005) afirma que metadados apresentam atributos que os caracterizam.

Esses atributos são destacados também por Senso; Piñero (2003):

- a) fonte de metadados: se o metadado é interno, gerado no instante da criação do recurso ou gerado depois da criação do recurso (exemplos: nome de arquivo, fichas e registro de catalogação);
- b) método para criação dos metadados: no caso de metadados automáticos, gerados por um computador (índices de palavras-chave, por exemplo), ou se são metadados manuais, criado por um indivíduo (a descrição de um recurso por meio do padrão Dublin Core);

- c) caráter dos metadados: para metadados que foram criados por indivíduos que não são especialistas da área de informação, ou se foram criados por especialistas temáticos ou da área da informação;
- d) status: se os metadados são estáticos não mudam depois de criados ou se são dinâmicos, que vão se modificam do acordo com a necessidade; ou ainda, se são metadados de longa duração, que garante a acessibilidade e usabilidade do recurso ou de curta duração, do tipo operacional, por exemplo;
- e) estrutura: se são metadados estruturados, com uma estrutura previsível, baseada em um padrão normalizado internacionalmente ou se não possuem uma estrutura conhecida, como por exemplo, formatos de banco de dados locais;
- f) semântica: metadados que seguem ou são normalizados por um vocabulário controlado, formulário de autoridades ou se não possuem um vocabulários controlado ou formulários de autoridades; nível: metadados de coleções, que estão relacionados a coleções de documentos ou recursos; ou metadados que são relacionados a recursos individuais, que não fazem parte de nenhuma coleção.

4 ONTOLOGIAS

Machion (2007) uma ontologia descreve formalmente um domínio de conhecimento. Gruninger (1996) afirmam que uma ontologia deve incluir um vocabulário de termos e alguma especificação de seu significado, mesmo que para isso possa deva assumir inúmeros formatos. Dessa forma, o significado de uma ontologia precisa abranger conceitos que são inter-relacionados, o que resulta na estruturação e nas restrições de suas interpretações.

Chandrasekaram (1999) apud Araujo (2003) citam dois significados para o termo ontologia:

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

Pode-se afirmar a partir disso que a representação do vocabulário é composta de termos que descrevem os fatos em algum domínio enquanto o conjunto de conhecimento usa o vocabulário como uma coleção de fatos a respeito do domínio.

Como compartilham conceitos, as ontologias estão especificadas em forma de vocabulários, que devem definir o sentido da palavra em um determinado domínio. Desta maneira, os agentes de software apresentam indução dos dados (Guarino, 1996).

A importância da ontologia está em esclarecer a estrutura de um conhecimento. Em domínio, a ontologia forma o centro de qualquer sistema de representação do conhecimento do domínio. Sem uma ontologia ou conceituação do conhecimento, pode não existir um vocabulário que represente o conhecimento. Logo, o primeiro passo ao projetar um sistema de representação do conhecimento eficiente, assim como seu vocabulário, é realizar uma análise ontológica eficiente do domínio que se quer representar.

Noy; McGuiness (2001) apresentam as razões para se construir ontologias:

- a) compartilhar entendimento comum da estrutura da informação entre as pessoas ou agentes de software;
- b) reaproveitamento de conhecimento;
- c) tornar o domínio explícito;
- d) separar o conhecimento do domínio do conhecimento operacional;
- e) analisar o conhecimento do domínio.

Dessa maneira, para uma melhor compreensão sobre ontologia, a seguir serão abordados tópicos relacionados a esses conceitos.

4.1 METODOLOGIA PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS

Araújo (2003) afirma que para se atingir os benefícios proporcionados pelas ontologias, devem ser observados alguns critérios durante seu desenvolvimento. Gruber (1996) cita como exemplo os seguintes:

- a) **clareza:** uma ontologia deve comunicar o significado pretendido na definição dos termos. Suas definições devem ser objetivas e independentes do contexto social ou computacional. Quando uma definição puder ser declarada em axiomas lógicos, ela deve ser usada. Quando for possível, uma definição

completa é preferida em relação a uma definição parcial e todas as definições devem ser documentadas com linguagem natural, de modo a reforçar a clareza;

- b) **coerência:** uma ontologia deve ser coerente, isto é, as inferências devem ser consistentes com as definições axiomáticas. Coerência deve ser aplicada para os conceitos que são definidos formal e informalmente. Se uma sentença é passível de ser inferida a partir dos axiomas da ontologia contradiz uma definição, ou exemplo dado informalmente, então a ontologia é incoerente;
- c) **extensibilidade:** uma ontologia deve ser projetada para antecipar usos de um vocabulário compartilhado, ou seja, uma ontologia deve ser capaz de definir novos termos para usos especiais, baseados em um vocabulário existente, sem haver necessidade de rever definições existentes;
- d) **compromissos de codificação mínimos:** a conceituação deve ser especificada no nível de conhecimento, sem depender de uma tecnologia particular de representação de conhecimento;
- e) **compromissos ontológicos mínimos:** o conjunto de compromissos ontológicos de uma ontologia deve ser suficiente para suportar as atividades de compartilhamento de conhecimento. Uma ontologia deve fazer poucas imposições a respeito do domínio que está sendo modelado permitindo que as partes comprometidas com a ontologia fiquem livres para especializar e instanciar a ontologia, na medida do necessário.

Gruninger (1996) e Araújo (2003) afirmam que os seguintes critérios devem ser considerados em relação aos termos:

- a) definição dos termos em linguagem natural, da forma mais precisa possível;

- b) garantia de consistência dos termos, através do uso de dicionários e glossários técnicos e evitando-se sempre a possível introdução de novos termos;
- c) relacionamento do termo que está sendo definido com os outros termos existentes;
- d) definição de cada termo, de forma a ser necessária e suficiente para especificar seu significado;
- e) suspensão do uso do termo, se for ambíguo;
- f) colocação clara das idéias através da definição cuidadosa de cada conceito, usando-se a menor quantidade possível de termos técnicos, ou somente daqueles cujas definições já são aceitas;
- g) apresentação de exemplos, onde for necessário.

Gruninger (1996) apresentam como metodologia para desenvolvimento de ontologias os seguintes passos: identificar a finalidade e o escopo, construção, validação e documentação.

Noy; McGunness (2001) afirmam que o desenvolvimento de uma ontologia consiste em definir classes; arranjar as classes numa hierarquia taxonômica (classes-subclasses); definir propriedades e descrever os seus valores permitidos; e preencher os valores para propriedades e instâncias. As classes representam o domínio e as propriedades são características destes conceitos; os relacionamentos representam as relações que existem entre os conceitos de um domínio.

4.2 ELEMENTOS DE UMA ONTOLOGIA

Palazzo (2006) cita como elementos que pertencentes às ontologias são:

- a) **hierarquia de conceitos:** dividida entre entidades e relações; a primeira é definida por um conjunto de pares atributo-valor e corresponde às classes dos modelos orientados a objeto, à entidade do modelo relacional e aos termos do modelo lógico e relações; a segunda corresponde às associações e aos atributos dos modelos, cujos valores são objetos, relações do modelo relacional dos predicados do modelo lógico;
- b) **restrições:** correspondem as assinaturas de classes em modelos orientados a objeto, aos axiomas universalmente quantificados em modelos lógicos e as restrições de integridade nos esquemas de banco de dados;
- c) **regras dedutivas:** permitem inferência automática da existência de outras instancias e correspondem às regras dos sistemas especialistas e programações em lógica, aos métodos dos modelos orientados a objetos e às visões em banco de dados;
- d) **instâncias de conceitos:** correspondem ao fato de sistemas especialistas e às programações em lógica, aos objetos dos modelos orientados a objeto e aos dados da base de dados.

4.3 TIPOS DE ONTOLOGIAS

Diversas propostas de classificação de ontologias são baseadas no grau de formalismo, função, estrutura e conteúdo. Quanto a grau de formalismo, autores como Gruninger (1996) e Miranda (2007) argumentam que se uma ontologia é uma estrutura para comunicação entre pessoas, logo a representação da ontologia pode ser informal, contanto que não seja ambígua. Miranda (2007) afirma ainda que se a ontologia é para ser usada por

ferramentas de software ou agentes inteligentes, então a semântica da ontologia deve ser bem mais precisa.

A Tabela 1 apresenta a classificação de ontologias segundo o grau de formalismo. Os tipos variam de ontologias informais, expressas em linguagem natural, até as ontologias rigorosamente formais, que são especificadas em linguagem formal, como a lógica de primeira ordem, que utiliza axiomas e prova de teoremas. Ontologias semi-informais são, geralmente, ontologias especificadas numa linguagem formal, com menos rigor de especificação que ontologias formais. As outras classificações, quanto à função, estrutura e conteúdo são representadas nas Tabelas 2, 3 e 4.

Tabela 1. Tipo de ontologias segundo o grau de formalidade

Classificação	Descrição
Altamente informais	Expressa livremente em linguagem natural
Semi-informais	Expressa em linguagem natural de forma restrita e estruturada.
Semi-formais	Expressa em uma linguagem artificial definida formalmente.
Rigorosamente formais	Os termos são definidos com semântica formal, teoremas e provas.

Fonte: Gruninger (1996) e Miranda (2007)

Tabela 2. Tipo de ontologias segundo à função

Classificação	Descrição
Ontologias de Domínio	Reutilizáveis no domínio fornecem vocabulário sobre conceitos, seus relacionamentos, sobre atividades e regras que os governa.
Ontologias de Tarefa	Inclui um vocabulário sistematizado de termos, especificando tarefas que podem ou não estar no mesmo domínio.
Ontologias Gerais	Incluem vocabulário relacionado a coisas, eventos, espaço, casualidade, comportamento, funções, etc.

Fonte: Almeida e Bax (2003) e Miranda (2007)

Tabela 3. Tipo de ontologias segundo a estrutura

Classificação	Descrição
Ontologias de Alto Nível	Descrevem conceitos gerais relacionados a todos os elementos da ontologia (espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação, etc.) os quais são independentes do problema ou domínio.
Ontologias de Domínio	Descrevem o vocabulário relacionado a um domínio, como por exemplo, medicina, automóveis, etc.
Ontologias de Tarefa	Descrevem uma tarefa ou atividade, como, por exemplo, diagnósticos ou compra, mediante inserção de termos

Fonte: Haav e Lubi (2001) e Miranda(2007)

Tabela 4. Tipo de ontologias segundo o conteúdo

Classificação	Descrição
Terminológicas	Especificam termos que serão usados para representar o conhecimento em um domínio (por exemplo, os léxicos).
Informação	Especificam a estrutura de registro de banco de dados (por exemplo, os esquemas de banco de dados).
Ontologias de modelagem do conhecimento	Especificam conceitualizações do conhecimento, têm uma estrutura interna semanticamente rica e são refinadas para o uso no domínio do conhecimento que descrevem.
Ontologias de aplicação	Contém as definições necessárias para modelar o conhecimento em uma aplicação.
Ontologias de domínio	Expressam conceitualizações que são específicas para um determinado domínio do conhecimento.
Ontologias genéricas	Similares às ontologias de domínio, mas os conceitos que as definem são considerados genéricos e comuns a vários campos.
Ontologias de representação	Explicam as conceitualizações que estão por trás dos formalismos de representação do conhecimento.

Fonte: Van Heijst, Schreiber e Wielinga (2002) apud Almeida e Bax (2003)

As ontologias podem ainda, ser categorizadas segundo o seu tipo (ALMEIDA; BAX, 2003; PORFIRIO, 2008; TARTARI, 2009):

- a) **especialista:** modela um domínio particular restrito;
- b) **geral:** é reutilizada em vários domínios, além de modelar o conhecimento de senso comum compartilhado por todos os seres humanos;
- c) **conceitual:** fundamenta-se na capacidade de pensar;

- d) **lingüística:** fundamenta-se no vocabulário de alguma(s) língua(s);
- e) **metadados:** especializados na descrição de recursos on-line sobre qualquer domínio;
- f) **tarefas e métodos:** modelam procedimentos e comportamentos abstratos no lugar de entidades ou relações.

Nesse contexto, foram propostas algumas linguagens de conhecimento para a criação de ontologias, por exemplo, a OIL, DAML + OIL e OWL. (BREITMAN, 2005). Para o contexto desse trabalho, foi utilizada a linguagem OWL para a construção da ontologia proposta.

4.4 OWL

A OWL foi lançada em 2004 pelo W3C como uma revisão da DAML+OIL e conseqüentemente do RDF, possibilitando que algumas especificações que não existiam nessas linguagens. Fazem parte da OWL outras três linguagens com diferentes níveis de expressão (RAMALHO, 2006):

- a) **OWL Lite:** com base em hierarquias e restrições simples. Permite somente definições de cardinalidades binárias;
- b) **OWL DL:** foi projetada para sistemas com um nível maior de detalhamento e restrições, está preparada para implementações baseadas em um indivíduo ou lógica descritiva. Não aceitar uma classe que seja considerada um indivíduo ou uma propriedade e não aceita que o indivíduo seja considerado uma classe;
- c) **OWL Full:** foi projetada para suportar expressividade enquanto mantém a completude computacional, de forma que possa violar restrições da lógica

descritiva com o objetivo de ser compatibilizado com um grande número de banco de dados e sistemas de representação de informações.

4.5 VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE ONTOLOGIAS

Segundo Azevedo (2008) um dos benefícios da utilização de ontologias, é que as mesmas fornecem um vocabulário comum para a representação do conhecimento de um domínio, sendo este conhecimento modelado pela ontologia, para que possa ser reusado e compartilhado por outros desenvolvedores de atuação desse domínio.

Pode-se resumir essa vantagem como a capacidade de tratar o conhecimento propriamente dito de maneira formal, tratando o significado de duas palavras escritas e pronunciadas da mesma forma, de maneira a diferenciá-las por seu significado.

Molossi (2008) cita também como vantagem a possibilidade de que agentes de softwares compreendam a semântica embutida nas definições e vocabulários específicos com respeito a um domínio, sem ambigüidades, viabilizando o intercambio de informações. A autora divide as vantagens da utilização de ontologias em três áreas representativas:

- a) na comunicação: as ontologias são ferramentas úteis para auxiliar a comunicação entre pessoas, sob diversas formas, acerca de um determinado domínio. São produtos do consenso sobre vocabulários técnicos a serem utilizados em iterações entre comunidades.
- b) na formalização, é considerada a natureza formal da notação usada, a especificação do domínio que elimina contradições e inconsistências, portanto uma especificação não ambígua, além da validade e verificação de notações utilizadas. Essas características tornam possível a obtenção de um processo de

geração de infra-estruturas computacionais sistemáticas e eficiente que compõem a eficiência na recuperação da informação;

- c) na representação da informação/conhecimento e reuso: a ontologia é responsável pela formação de vocabulário de consenso que representa explicitamente a informação conforme o domínio com alto nível de abstração e grande potencial para reuso. O reuso pode ser aplicado por meio de uma ontologia genérica que se adapte a um domínio específico e que possa customizada para o novo domínio de especificação.

Diversas outras vantagens podem ser citadas da utilização de ontologias, mas segundo Molossi (2008), todas derivam destas três principais

4.6 DESVANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE ONTOLOGIAS

Carlan (2006) cita como problemas do uso de ontologias os seguintes itens.

- a) a escolha de uma ontologia é um processo político, já que nenhuma ontologia pode ser totalmente adequada a todos os indivíduos ou grupos;
- b) as ontologias necessitam evoluir, não são estáticas;
- c) estender ontologias não é um processo direto. Ontologias são, geralmente, estruturadas de maneira precisa e, como resultado, são particularmente vulneráveis a questões de extensão, dado o forte relacionamento entre complexidade e precisão das definições;
- d) a noção de bibliotecas de ontologias sugere uma relativa independência entre diferentes ontologias. A interface entre elas constitui, portanto, um impedimento, especialmente porque cada uma delas é desenvolvida no contexto de um processo político.

Lira (2006) e Gruninger (1996) comentam que para a correta utilização de ontologias na representação semântica de objetos em modelagens de problemas e domínios, devem ser aplicados conjuntos apropriados de axiomas na descrição de tais objetos. Segundo a autora, a axiomatização adequada de objetos, independente de contexto ou língua, pode ser útil para reutilização dos conceitos descritos pela ontologia, e importante para a comunicação de conhecimentos entre agentes inteligentes.

4.7 FERRAMENTAS PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS

As ferramentas para construção de ontologias permitem a criação ou reutilização de uma ontologia. Estas ferramentas geralmente compreendem: documentação, importação e exportação de ontologias de formatos diferenciados, visualização gráfica e mecanismos de inferência (SILVA, 2005).

As ferramentas que existem e são voltadas para a Web Semântica são classificadas em três categorias: editores de ontologias, metadados e ferramentas de visualização em mecanismos de inferência. Dentre as ferramentas mais conhecidas está o Protégé2000, que foi utilizado na elaboração da ontologia proposta neste trabalho e é especificado no próximo item.

4.7.1 Protégé2000

Existem vários ambientes de desenvolvimento de ontologia, optou-se por utilizar o editor Protégé por ser compatível com os padrões da Web Semântica e com a linguagem OWL, está disponível em diversas plataformas (Windows, UNIX, Mac, etc), além de ser uma ferramenta open source (MIRANDA, 2007, p. 83).

Ao utilizar Protégé (que é um software livre desenvolvido em Java) é possível que o usuário adicione e crie novos *plugins* capazes de aumentar as funcionalidades da ferramenta (BREITMAN, 2005).

A interface da ferramenta consiste em vários painéis, chamados *tabs*, cada um deles mostra um aspecto diferente da ontologia. Grande parte das *tabs* apresenta uma visão estilo Explorer do modelo, com uma árvore do lado esquerdo e detalhes do lado direito.

No trabalho realizado, optou-se utilizar ontologias por possibilitarem um entendimento comum e compartilhado de um domínio e é capaz de comunicar por meio de pessoas e computadores (LEAL; CAMARGOS; BITENCOURT, 2008). Como complemento da ontologia utilizou-se a linguagem OWL, que torna possível as aplicações processarem o conteúdo da informação e vez de somente disponibilizá-lo.

4.7.2 Comparativo entre as propostas de ontologias

Foi realizado um comparativo entre as propostas de ontologias existentes para OAs, analisando as tecnologias utilizadas por cada uma, qual o tipo da ontologia utilizada e quais as classes que foram utilizadas nas mesmas.

Os trabalhos analisados foram:

- a) Educação a Distância e a Web Semântica: modelagem ontológica de materiais e objetos de aprendizagem para a plataforma COL (Araújo, 2003);
- b) Representação e Agregação de conteúdos em repositório de objetos de aprendizagem (SILVA, 2007);
- c) Inserção da Biblioteca Digital de Teses e dissertações no Contexto da Web Semântica: Construção e Uso da Ontologia (MOLOSSI, 2008);

- d) Um Experimento no Uso de Ontologias para Reforço da Aprendizagem em Educação a Distância (PRADO, 2004).

4.7.2.1 Educação a Distância e a Web Semântica: modelagem ontológica de materiais e objetos de aprendizagem para a plataforma COL

O principal objetivo deste trabalho é propor uma modelagem ontológica de materiais e objetos de aprendizagem baseada nas tecnologias da Web Semântica para a plataforma CoL, de modo a dar a esta plataforma a capacidade de organizar e estruturar seus materiais de aprendizagem, possibilitando que pesquisas mais estruturadas possam ser realizadas, bem como permitir o compartilhamento de materiais de aprendizagem (ARAÚJO, 2003, p. 9).

As tecnologias utilizadas no desenvolvimento desse trabalho foram: Plataforma COL, DAML+OIL, RDF, RDF Schema, UML. Foi utilizada uma ontologia de domínio para representação dos objetos de aprendizagem deste trabalho.

Foram utilizados os seguintes conceitos de metadados para representação: Disciplina; Professor; Módulo; Objetos; Grafico; Exame; Indice; Exercicio; Simulacao; Questionario; Diagrama; Figura; Tabela; Experiencia; Material_Aprendizagem; Auto_Avaliacao; Enunciado_Problema; Texto_Narrativo.

4.7.2.2 Representação e Agregação de conteúdos em repositório de objetos de aprendizagem

O objetivo central propor um modelo ontológico de representação e agregação de conteúdos educacionais utilizando as especificações para objetos de aprendizagem, linguagens e tecnologias da Web Semântica (SILVA, 2007, p. 15).

As tecnologias utilizadas no desenvolvimento desse trabalho foram: OWL, LOM, SCORM, XML, RDF, METHONTOLOGY. A ontologia utilizada para representação foi uma ontologia de domínio.

Foram utilizados os seguintes conceitos de metadados para representação: Repositório de Objetos de Aprendizagem, Usuários, Objetos de Aprendizagem, Componente de Modelo de Conteúdo, Atividade, Organização de Conteúdo, Recurso, Conteúdo de Objeto Compartilhado, Asset, Pacote de Conteúdo, Pacote de Agregação de Conteúdo, Pacote de Recurso, Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem, Metadados de Objetos de Aprendizagem, Contribuidor, Geral, Ciclo de Vida, Meta-metadados, Técnico, Requisitos Técnicos, Educacional, Direitos, Relação, Anotação, Classificação, Contato, Esquema de Classificação, Propriedade Coletável, Coleção, Conceito, Esquema de Conceitos, Coleção Ordenada,

4.7.2.3 Inserção da Biblioteca Digital de Teses e dissertações no Contexto da Web Semântica: Construção e Uso da Ontologia

O trabalho tem como objetivo principal analisar as tecnologias de recuperação da informação sob a perspectiva da Web Semântica para adaptação e aperfeiçoamento do método de recuperação da informação atualmente adotado pela BDTD (MOLOSSI, 2008, p. 4).

As tecnologias utilizadas no desenvolvimento desse trabalho foram: Metadados, OWL. A ontologia utilizada foi uma ontologia de domínio.

Foram utilizados os seguintes conceitos de metadados para representação: Ambiguidade_Semantica, Agentes, Areas, Arquitetura, Camadas, Banco_de_Dados, Busca_inteligente, Busca_semantica, Confiabilidade, Criador_Ontologia, Dublin_Core, Metadados, OWL, Oracle, Regras, Quarta_Camada, Semantica_dos_Dados, Web_Semantica, Wide_Web_Consortinum.

4.7.2.4 Um Experimento no Uso de Ontologias para Reforço da Aprendizagem em Educação a Distância

Desenvolver uma arquitetura que possua mecanismos para identificar o provável erro do aluno numa avaliação objetiva e providenciar reforço de aprendizagem a partir dessa identificação (PRADO, 2004, p. 4).

As tecnologias utilizadas no desenvolvimento desse trabalho foram: OWL, RDF, RDFS. A ontologia utilizada foi uma ontologia de domínio e semi-informal.

Foram utilizados os mesmos conceitos de metadados abordados por Araújo acrescentando-se um novo conceito *SubModulo* para verificar a dependência entre os conceitos de uma disciplina.

5 REPRESENTAÇÃO DE INFORMAÇÃO

Fugeri (2006, p. 26) afirma que “[...] a informação deve ser ordenada, estruturada ou contida de alguma forma, senão permanecerá amorfa e inutilizável”. O autor completa ainda que é preciso que a informação receba um tratamento para ser compreensível aos seres humanos, para isso ela precisa ser representada de uma forma que tenha sentido.

Novellino define Ciência da Informação como uma área especializada na produção, circulação e uso da informação. A autora comenta ainda que o estudo nessa área tem a finalidade principal de possibilitar o estabelecimento de metodologias que viabilizem a transferência de informações. A autora conceitua transferência de informações da seguinte maneira “[...] é compreendido como a intervenção realizadas por sistemas de organização do conhecimento e recuperação da informação em determinadas ações comunicativas [...]” (NOVELLINO, 1996, p. 37).

Fugeri cita que autores da área de Ciência da Informação têm procurado estabelecer os limites entre a definição de dados, informação e conhecimento. O autor cita ainda Bosoit, onde faz a seguinte definição: o dado não tem significado próprio, algo atômico que atua como matéria prima a partir da qual a informação é produzida. A informação se refere ao resultado da interação dos dados para produzir ativação e significado; já o conhecimento se refere ao uso prático da informação na formação ou transformação de algo. O autor utiliza como conceito de informação como *coisa*, considerando que “[...] uma vez que o objetivo maior da representação é permitir a recuperação de algo, no caso a própria informação” (FURGERI, 2006, p. 24).

Porfírio (2008, p. 49) afirma que a representação de informação é uma maneira ordenada de estruturar e codificar o conhecimento sobre uma aplicação. O autor comenta ainda que deve ter como características principais:

- a) ser compreensível ao ser humano;
- b) abstrair-se dos detalhes de como funciona;
- c) ser robusta, isto é, permitir sua utilização mesmo que não aborde todas as situações possíveis;
- d) possa ser atribuída a diversas situações e interpretações.

Foram desenvolvidas diversas técnicas na RC, visando solucionar problemas como eficiência, facilidade de uso, conhecimentos incerto ou mesmo incompletos. Não existe, no entanto, uma forma única e aceita por todos para representá-la.

5.1 INFORMAÇÃO EM OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Silva (2005) comenta que a representação da informação em OAs é possível com o uso de padrões de metadados na classificação e na consulta por professores e aprendizes. O autor cita ainda que diversas organizações têm procurado desenvolver especificações que possibilitem a integração entre tipos de conteúdos e sistemas diferentes.

5.2 PRINCIPAIS FORMAS DE REPRESENTAÇÃO

São diversas as formas de representação da informação conhecidas. Dentre as mais conhecidas estão Mapas Conceituais, Tesouros e Metadados. Os próximos itens irão abordar essas forma de representação.

5.2.1 Mapas Conceituais

Mapas conceituais foram criados por John Novak e são utilizados para descrição e comunicação de conceitos, desde os mais abrangentes até aqueles que não são tão abrangentes.

Almeida e Bax (2003, p. 4) definem que a essência de uma mapa conceitual provêm das representações gráficas de conceitos em um domínio específico do conhecimento. Os autores afirmam também que “Os conceitos são conectados por arcos, formando proposições mediante frases simplificadas”.

Gil et al (2001, p. 2) afirma que os recursos esquemáticos dos mapas conceituais servem para possibilitar as relações entre conceitos de um conteúdo nos quais se deseja dar ênfase. Os autores declaram também que “Esse conjunto de conceitos irá depender do nível no qual se realiza a aprendizagem”.

Souza (2005) afirma que White e Gunstone propuseram a seguinte seqüência de etapas para auxiliar a construção de um mapa conceitual:

- a) escreva os termos ou conceitos principais que você conhece sobre o tópico selecionado. Escreva cada conceito ou termo em um cartão
- b) revise os cartões, separando aqueles conceitos que você NÃO entendeu.
- c) também coloque de lado aqueles que NÃO ESTÃO relacionados com qualquer outro termo. Os cartões restantes são aqueles que serão usados na construção do mapa conceitual.
- d) organize os cartões de forma que os termos relacionados fiquem perto uns dos outros.
- e) cole os cartões em um pedaço de papel tão logo você esteja satisfeito com o arranjo. Deixe um pequeno espaço para as linhas que você irá traçar.

- f) desenhe linhas entre os termos que você considera que estão relacionados.
- g) escreva sobre cada linha a natureza da relação entre os termos.
- h) se você deixou cartões separados na etapa 3, volte e verifique se alguns deles ajustam-se ao mapa conceitual que você construiu.
- i) se isto acontecer, assegure-se de adicionar as linhas e relações entre estes novos itens.

N Figura 7 foram utilizado os termos Exercícios, Disciplina, Curso e Enunciado e os termos tem, faz parte e deve ter. Onde “Exercícios têm Disciplina”, “Exercícios fazem parte de um Curso” e “Exercícios devem ter Enunciado”.

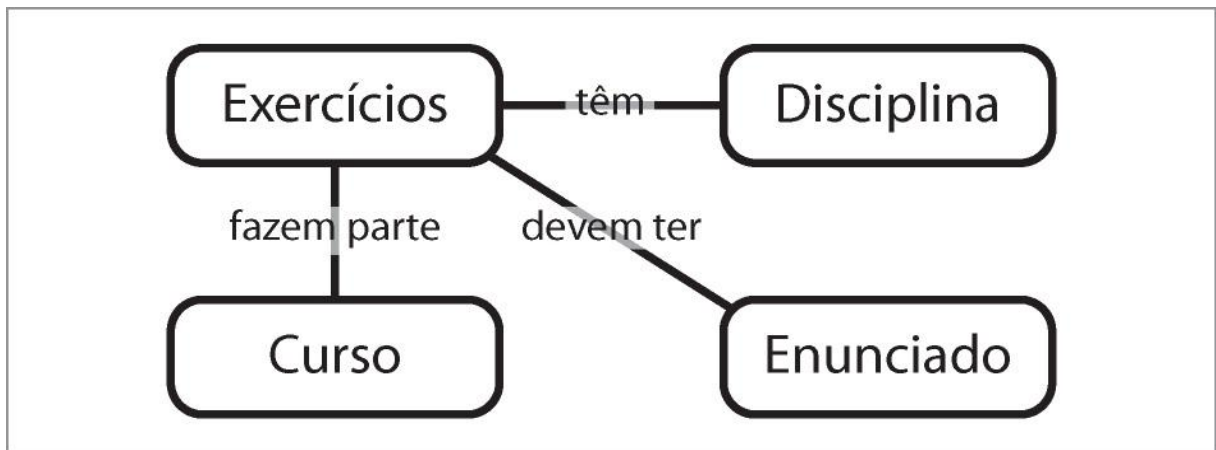


Figura 7. Exemplo de Mapas Conceituais

5.2.2 Tesouros

Cavalcanti (1978, p. 87) define tesouros como “[...] uma lista estruturada de termos associada empregada por analistas de informação e indexadores, para descrever um documento com a desejada especificidade, em nível de entrada e para permitir aos pesquisadores a recuperação da informação”.

Pode-se também considerar um tesouro como um vocabulário controlado para representar as hierarquias, relações, equivalências, pertinência e associações entre os termos (COLEPÍCOLO et al, 2006).

Segundo Souza et al (2008) na atualidade tesouros configuram-se como mais que simples listas de sinônimos, se constituindo por dicionários de idéias afins, sem contudo possuírem o caráter definitório dos dicionários.

Schneider (2005) afirma que a construção de um tesouro pode ser realiza de três formas distintas:

- a) **manualmente:** realizadas por especialistas, com alto nível de conhecimento sobre o assunto, tornando-se responsáveis por definir um domínio e criar o tesouro referente ao mesmo e;
- b) **automaticamente:** softwares utilizam de coleções de documentos eletrônicos, construindo os tesouros a partir de mecanismos de inferência.
- c) **semi automaticamente:** onde especialistas utilizam softwares especialistas como ferramentas de auxílio na construção do tesouro.

Como tanto a construção automática quanto a semi automática de tesouros ainda são temas abertos para pesquisa, recai-se na forma manual da criação de tesouros, o que se torna um limitante para aplicações livres de domínio devido a imensidade de termos que devem ser categorizados.

5.2.3 Metadados

Os metadados para OAs devem possuir informações sobre suas características, facilitando dessa forma o compartilhamento pelas comunidades de interesse e interoperabilidade entre diferentes repositórios (MACHION, 2007).

Os principais padrões de metadados para OAs possuem elementos básicos como título, autor, ano de publicação, entre outros. Podendo possuir características sobre técnicas,

direitos autorais, etc. Pode-se citar como um desses padrões IMS, o IEEE, o SCORM e o LOM.

5.2.3.1 IMS

Segundo Cantele; Ferreira (2008, p. 4), o IMS LD é modelo de especificação para projetos com origem no *Educational Modeling Language* (EML) da *Open Universiteit Nederland* (OUNL). Os autores comentam que essa especificação é baseada em modelos conceituais, de informação e comportamental. Onde o modelo conceitual possui uma definição do vocabulário e das relações funcionais entre conceitos existentes do projeto instrucional.

O modelo de informação tem a descrição em linguagem natural da semântica existente de cada conceito e a relação presente no modelo conceitual. O modelo comportamental apresenta as especificações das restrições presentes nos sistemas educacionais, quando o dado de um projeto instrucional é executado.

Esse padrão é utilizado em alguns cenários pedagógicos, tais como: ensino colaborativo e ativo, ensino baseado em problemas, ensino por jogos, aprendizagem adaptativa, entre outros.

5.2.3.2 SCORM

A proposta do SCORM é ser um padrão internacional para desenvolvimento e cursos, sendo estes desenvolvidos a partir da união de vários padrões para implementação de repositórios de OAs, como o LMS citado anteriormente.

Brito; Pereira; Braga (2006) comentam as características principais do SCORM, tais como o suporte à rastreabilidade dos caminhos percorridos pelo aprendiz sobre unidades de conteúdo, assim como descreve um Modelo de Sequenciamento e Navegação, possibilitando uma apresentação dinâmica no conteúdo dos OAs a partir da necessidade do aluno.

5.2.3.3 O padrão LOM de metadados

A especificação LOM foi desenvolvida para possibilitar uma estrutura taxonômica, ou seja, uma hierarquia de categorias de metadados para descrever OAs. Segundo Stojanovic et al. (2001), existem os seguintes níveis de metadados:

- a) **geral:** grupos para descrição de características independentes do contexto, mais a descrição semântica do recurso;
- b) **ciclo de vida:** grupos de características ligadas com o ciclo de vida do recurso;
- c) **meta-metadados:** grupos de elementos de dados que descrevem os metadados que indexam os documentos;
- d) **técnicos:** grupos de elementos de dados que descrevem características técnicas do documento;
- e) **educacional:** grupos de elementos de dados que descrevem características educacionais e pedagógicas do recurso;
- f) **direitos:** grupo de elementos de dados que relatam as condições de uso dos recursos;
- g) **relações:** grupos de elementos de dados que descrevem a ligação entre o sujeito e outros recursos;

- h) **anotações:** grupo de elementos de dados que permitem comentários do uso educacional dos recursos;
- i) **classificação:** grupos de elementos de dados que descrevem a posição de um recurso em uma classificação existente no sistema.

6 TRABALHOS CORRELATOS

Neste capítulo serão abordados trabalhos correlatos que possuem características relacionadas ao trabalho desenvolvido. Nesta etapa da pesquisa identificam-se características em trabalhos já desenvolvidos, assim como linhas que vêm sendo pesquisadas.

6.1 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E A WEB SEMÂNTICA: MODELAGEM ONTOLÓGICA DE MATERIAS E OBJETOS DE APRENDIZAGEM PARA A PLATAFORMA COL

A dissertação foi apresentada por Araújo para obtenção do Título de Doutor em Engenharia desenvolvida no ano de 2003.

O trabalho de Araújo estende à plataforma de ensino a distância COL, se diferenciado pela capacidade de organizar e estruturar seus materiais de aprendizagem, de maneira que possam ser realizadas pesquisas estruturadas, nestas matérias e propiciando a possibilidade de reutilizar o conteúdo desses materiais.

Após os testes realizados no protótipo desenvolvido, verificou-se a possibilidade de realizar pesquisas mais estruturadas e específicas, chegando a facilitar a recuperação e propiciar a reutilização de materiais de aprendizagem.

A ontologia possui as tecnologias da Web Semântica para representação e recuperação da informação em OAs.

6.2 REPRESENTAÇÃO E AGREGAÇÃO DE CONTEÚDOS EM REPOSITÓRIO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

A dissertação apresentada por Silva (2005) tem como objetivo propor um modelo ontológico para representação e agregação de conteúdos educacionais, utilizando para isso especificações para objetos de aprendizagem, linguagens e tecnologias da Web Semântica.

Como resultado observou-se que nesse campo são necessários que apresentem soluções reais para a organização do conhecimento, assim como softwares para sistemas de organização do conhecimento que forneçam suporte a metadados.

6.3 INSERÇÃO DA BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES NO CONTEXTO DA WEB SEMÂNTICA: CONSTRUÇÃO E USO DA ONTOLOGIA

A dissertação apresentada por Molossi (2008) possui como objetivo analisar tecnologias de recuperação da informação a partir da perspectiva da Web Semântica para adaptação e aperfeiçoamento do método de recuperação da informação adotado pela Biblioteca Digital de Teses e Dissertações.

Segundo a autora o objetivo da pesquisa foi alcançado com a aplicação da metodologia e a apresentação dos resultados que compuseram o trabalho, com o resgate histórico da recuperação da informação, definindo os novos conceitos integrantes da proposta da Web Semântica, possibilitando o enfoque sobre a metodologia para recuperação da informação seguida pela Biblioteca Digital de Teses e Dissertações.

6.4 UM EXPERIMENTO NO USO DE ONTOLOGIA PARA O REFORÇO DA APRENDIZAGEM EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

A dissertação de Prado (2004) tem como objetivo desenvolver uma arquitetura que possua mecanismos para identificar o provável erro do aluno numa avaliação objetiva e providenciar reforço de aprendizagem a partir dessa identificação.

Após realizados os testes, a autora chegou a conclusão que a utilização da ferramenta VirtualCurso com a ontologia proposta auxiliou na aprendizagem do aluno, proporcionando uma quantidade maior de acertos.

A ontologia de Araujo foi a selecionada para ser estendida essa pesquisa por diversos motivos, estando entre eles por utilizar padrões de metadados do LOM, assim como ser abrangente para todos diversos tipos de OAs.

Optou-se por estender a classe exercícios já que a mesma não é representada em sua totalidade, por exemplo, não era possível identificar se um exercício possui um material complementar, se tem resposta ou se é preciso ter feito um exercício anterior a ele.

7 ONTOLOGIA DE DOMÍNIO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Nesta capítulo é documentado todo o processo de desenvolvimento da ontologia de domínio de objetos de aprendizagem. Esta pesquisa possuiu como objetivos a representação e recuperação de objetos de aprendizagem.

Durante esta etapa observou-se que as pesquisas atuais estão direcionadas para a recuperação e representação de OA sem existir uma especificação sobre qual o tipo de OA está sendo representado, devido a isto optou-se por desenvolver uma ontologia para representação de OA de exercícios.

Conforme comparativo realizado no Item 4.7.2 observou-se que a ontologia apresentada por Araújo (2003) possui ampla abrangência dos itens necessários para a representação de objetos de aprendizagem, por esse motivo optou-se por estender a ontologia do autor para que a mesma estruture detalhadamente OA de exercícios.

7.1 METODOLOGIA

Para se atingir os objetivos propostos para esta pesquisa foi realizando o levantamento bibliográfico referente às tecnologias atuais da Web Semântica, objetos de aprendizagem, ontologias e as principais formas de representação de informações de materiais de aprendizagem.

Após esta etapa foi preciso realizar uma análise de quais itens precisavam ser especificados para permitir uma ampla representação de um OA de exercício. Nessa etapa foi criado o mapa conceitual (Figura 8) para a representação de um OA de exercícios.

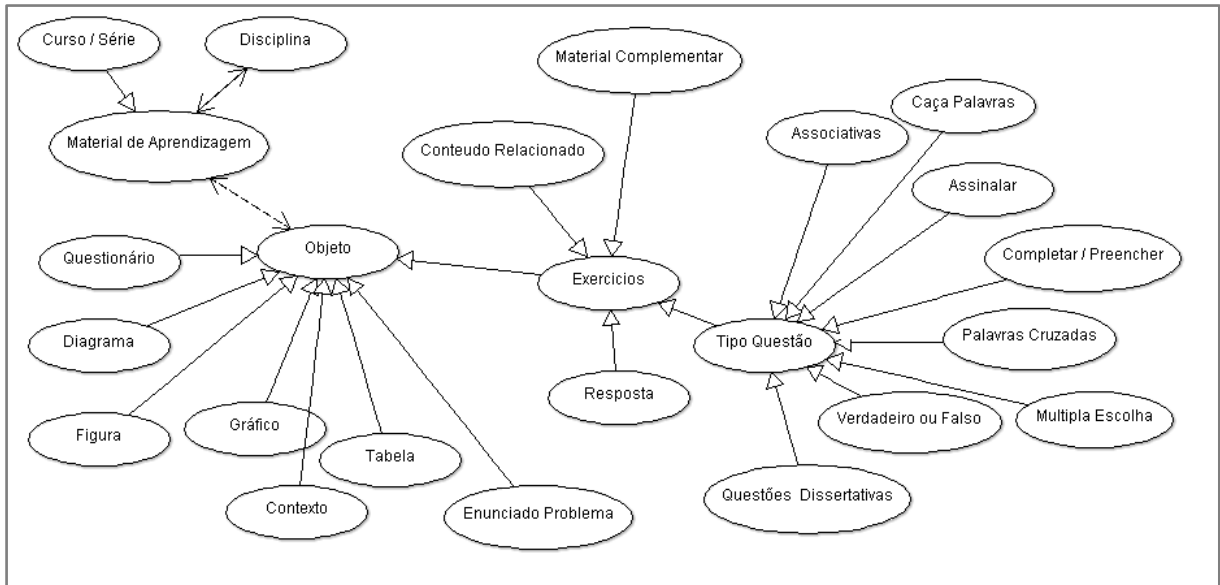


Figura 8. Mapa Conceitual de um Objeto de Aprendizagem de Exercícios

Para o desenvolvimento da ontologia de domínio de exercícios foram utilizadas as etapas da metodologia METHONTOLOGY (FERNANDEZ et al, 1997 apud ARAUJO, 2003). Esta metodologia define as seguintes etapas:

- a) atividades de especificação;
- b) conceitualização;
- c) formalização;
- d) integração;
- e) implementação;
- f) testes.

As etapas de Integração e Testes não fazem parte dos objetivos desta pesquisa.

Na etapa de especificação foram definidas as características básicas da ontologia: qual o propósito da ontologia, nível de formalidade, escopo e as questões de competência.

7.1.1 Especificação

Nessa etapa são definidos qual o motivo e objetivo de uso da ontologia. Esta pesquisa desenvolveu uma ontologia de domínio objetos de aprendizagem de *exercícios*. A ontologia foi desenvolvida para possibilitar a representar e recuperar a informação contida em um exercício.

O nível de formalidade definido é o semi-informal por utilizar-se de linguagem artificial e formalmente definida para a representação.

7.1.1.1 Definição das Questões de Competência

Nesta etapa foram definidas quais as questões que precisam ser respondidas pela ontologia para a representação e recuperação de um exercício. Foram definidas as questões:

- a) Qual o conteúdo / disciplina que está relacionado ao exercício?
- b) Qual o recurso de aprendizagem pode ser utilizado em um exercício?
- c) Qual o ambiente de utilização do exercício?
- d) Qual o curso / série do exercício?
- e) Qual o formato do exercício?
- f) Qual o nível de interatividade do exercício?
- g) Qual o tipo da questão do exercício?
- h) O exercício possui material complementar?
- i) O exercício tem resposta / gabarito?
- j) Qual o nível de dificuldade do exercício?

7.1.2 Conceitualização

Nesta etapa foi realizada a modelagem das classes, assim como os conceitos e relações necessárias para responder as questões de competência.

Ao final desta etapa obtém-se:

- a) glossário de termos, que está apresentado no Anexo A;
- b) árvore de classificação de conceitos, que está apresentado no Anexo B;
- c) dicionários de conceitos, que está apresentado no Anexo C;
- d) representações dos relacionamentos, apresentado no Anexo D

7.1.3 Formalização

A ontologia utilizada como base para esta pesquisa é a ontologia proposta por Araújo (2003), que pode ser visualizada na Figura 9. A ontologia proposta pelo autor define material de aprendizagem como um item do conteúdo programático de um determinado módulo de um curso na plataforma COL, o que a torna demasiadamente ampla para a representação e recuperação de exercícios. Para que fosse possível representar um OA de exercícios a principal alteração realizada foi estender a classe *exercício* de modo a atender as questões de competência com características específicas. A ontologia proposta para esta pesquisa foi desenvolvida em OWL.

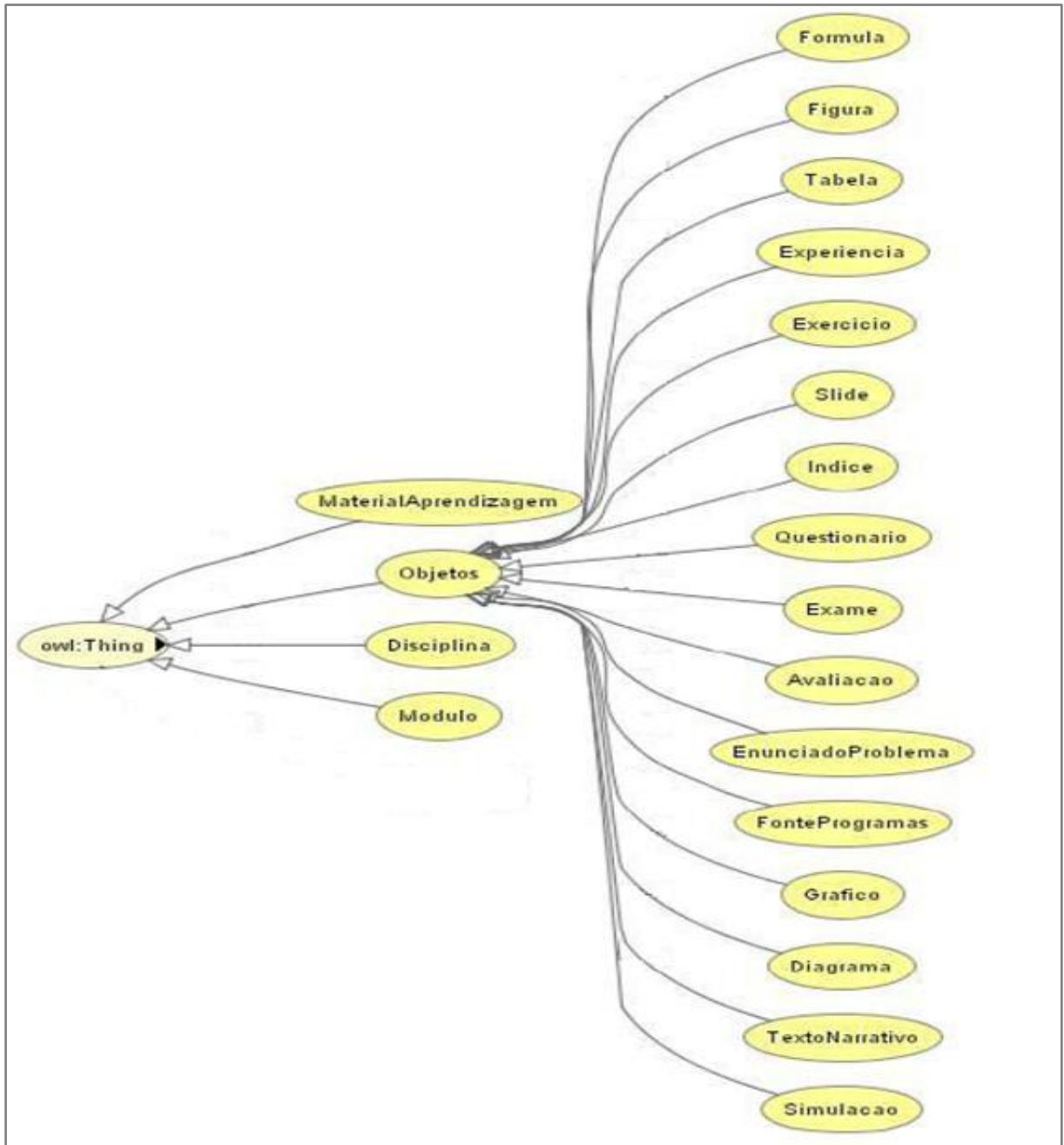


Figura 9. Ontologia sobre materiais de aprendizagem

Para responder a pergunta de quais conteúdos ou disciplinas que podem ser relacionados ao *exercício* foi criado o conceito *ConteudoRelacionado* e utilizado o conceito *Disciplina* já existente. Dessa forma é possível identificar qual o conteúdo de que se trata o exercício, para isso foi adicionada a característica *assunto* a esse conceito e foi criado o relacionamento *conteudoPodeTer* com o conceito *Disciplina*.

Para definir qual o tipo de questão que será utilizado em um exercício, foi utilizado o padrão LOM que atende aos seguintes itens: *Exercício, Simulação, Questionário, Diagrama, Figura, Gráfico, Tabela e Experiência*.

Durante a pesquisa observou-se que esses itens são insuficientes para todas as possibilidades de representação de exercícios, deixando de fora alguns tipos de exercícios específicos. Foram adicionados novos conceitos visando abranger todas as possibilidades de tipos de exercícios. Os novos conceitos adicionados para atender isso foram: *TipoQuestao* que foi subdividido para possibilitar a representação dos diversos tipos de exercícios existentes, para os quais foram criados os seguintes conceitos: *Complementar, Tabela, PalavrasCruzadas, MultiplaEscolha, CertoErrado, Dissertativas, Associativas e Diagrama*.

A representação do ambiente de utilização de um OA, independente dele ser ou não um exercício foi utilizado-se o conceito *Contexto*, com as características *curso, grau e série*.

O conceito de *MaterialComplementar* foi adicionado para permitir que sejam inseridas informações sobre materiais adicionais que auxiliaram na resolução do exercício. Um *MaterialComplementar* pode ser qualquer OA que auxilie na resolução dos exercícios. Foi criado o relacionamento *matComPodeSer* para definir isso.

O conceito *Resposta* foi adicionado para atender duas situações: quando o exercício possui uma resposta ou quando o exercício é somente a resposta.

Para responder a questão referente ao nível de dificuldade do exercício foi utilizada a mesma característica definida por Araújo (2003): *dificuldade*, que pode ser *Muito Fácil, Fácil, Médio, Difícil e Muito Difícil*.

Esses conceitos foram definidos para identificar todas as características de um exercício de forma que o mesmo seja representado e recuperado.

Os conceitos já existentes na ontologia de Araújo (2003) podem ser visualizados na Tabela 5.

Tabela 5. Principais Conceitos da Ontologia de Araújo (2003)

Conceitos	Definição	Atributos	Relacionamentos
Disciplina	Uma disciplina pode ser composta por um ou mais módulos.	código, descrição, id, link_bibliografia, link_glossário, link_sumário, nome e professor	dis_ensinadaPor
Módulo	Um módulo é formado por uma ou mais páginas HTML ligadas e é a unidade atômica que compõe a disciplina.	descrição, id, nome, professor, url	mol_temDisciplina, mol_criadoPor, mol_temMaterial_Aprendizagem
Professor	Responsável por disciplinas e módulos.	Email, id, nome	Prof_criaModulo, prof_criaDisciplina
Material de Aprendizagem	Um conjunto de documentos e/ou objetos indispensáveis ao desempenho das atividades de aprendizagem.	código, nome	mat_temModulo, mat_ePreRequisitoDe, mat_eSemelhanteDe, mat_eSemelhanteCom, mat_temPreRequisitoDe, mat_temObjetos
Objetos	São os tipos de objetos de aprendizagem que compõem um material de aprendizagem.	contexto, data, descrição, dificuldade, formato, interatividade, linguagem, localização, palavra_chave, responsável, restrição, tamanho, título	obj_eParteDeMaterial_Aprendizagem
Exercício	Um tipo de objeto de aprendizagem com o objetivo de treinar o estudante em determinada disciplina.		

Fonte: Araújo (2003)

Como pode ser observado na Tabela 5, o conceito *Exercicio* não possui características que permitam sua representação detalhada e facilitem sua recuperação.

Durante a modelagem foram adicionados conceitos e alterado o conceito de *Objetos* na ontologia de Araújo (2003) como pode ser visualizados na Tabela 6.

Tabela 6. Principais conceitos adicionados e alterados a ontologia de Araújo (2003)

Conceitos	Definição	Atributos	Relacionamentos
Objetos	São os tipos de objetos de aprendizagem que compõem um material de aprendizagem.	data, descrição, dificuldade, formato, interatividade, linguagem, localização, palavra_chave, responsável, restrição, tamanho, título	obj_eParteDeMaterial_Aprendizagem
Exercicio	Um tipo de objeto de aprendizagem com o objetivo de treinar o estudante em determinada disciplina.		exerPodeSer, exerPodeTer, exerTem
Contexto	Definição de qual será o ambiente de utilização do objeto.	curso, grau, serie	fazParteMaterial
Resposta	Um tipo de OA de exercício ou parte de um OA de exercícios.		
ConteudoRelacionado	Definição de qual conteúdo o exercício faz parte, sendo ele um assunto específico ou uma Disciplina.	Assunto	conteudoPodeTer
MaterialComplementar	Qualquer OA que auxilie na resolução do exercício.		matCompPodeSer
TipoQuestao	Quais os tipos de questões que diferenciam um exercício.		tipoQuesPodeSer, tipoQuesTem

Os novos relacionamentos adicionados a ontologia de Araújo (2003) podem ser visualizados na Tabela 7.

Tabela 7. Principais relacionamentos adicionados a ontologia de Araújo (2003)

Relação	Entre classes	Significado
exerPodeSer	Exercicio e AutoAvaliacao, Figura, Grafico, Questionario, Resposta, Diagrama	Essa relação indica quais os OAs utilizados por Araujo (2003) que podem ser identificados como um exercício.
exerPodeTer	Exercicio e MaterialComplementar, ConteudoRelacionado, Resposta,	Essa relação indica o que pode fazer parte de um exercício sem ser obrigatório.

EnunciadoProblema		
exerTem	Exercicio e TipoQuestao, Disciplina	Essa relação indica informações que devem se adicionadas a representação do exercício.
conteudoPodeTer	Conteúdo e Disciplina	Essa relação indica que um conteúdo adicionado ao exercício pode ser de uma disciplina.
matCompPodeSer	MaterialComplementar e MaterialAprendizagem	Essa relação indica que um Material Complementar pode ser qualquer OA.
tipoQuesPodeSer	TipoQuestao e PalavrasCruzadas, Dissertativa, Associativas, Complemetar, CertoErrado, MultiplaEscolha	Essa relação indica quais os possíveis tipos de questões que pode ser estruturado um exercício.

As alterações realizadas na ontologia proposta por Araújo (2003) foram realizadas principalmente no conceito *Objeto* que foi estendida para possibilitar a representação de exercícios. Foram realizadas algumas alterações nas características específicas do conceito *MaterialAprendizagem*, como a substituição da características *contexto* pelo conceito *Contexto* para possibilitar que sejam inseridas informações detalhadas do ambiente de utilização do exercício.

Os novos relacionamentos propostos possibilitaram uma representação ampla de um exercício, tornando possível representar os itens:

- a) qual o tipo do exercício;
- b) se o exercício possui uma resposta;
- c) qual o conteúdo relacionado ao exercício;
- d) se o exercício faz parte de um módulo;
- e) se o exercício possui a resposta;
- f) qual o contexto em que está inserido o exercício.

7.1.4 Implementação

Na fase de implementação da ontologia, foi utilizada a ferramenta Protégé 4.1.0 para a criação dos conceitos e relacionamentos descritos. Para iniciar o desenvolvimento de uma nova ontologia é preciso iniciar com a escolha do formato que será utilizado.

Na ferramenta Protégé existem sete formatos, como pode-se visualizar na Figura 10.

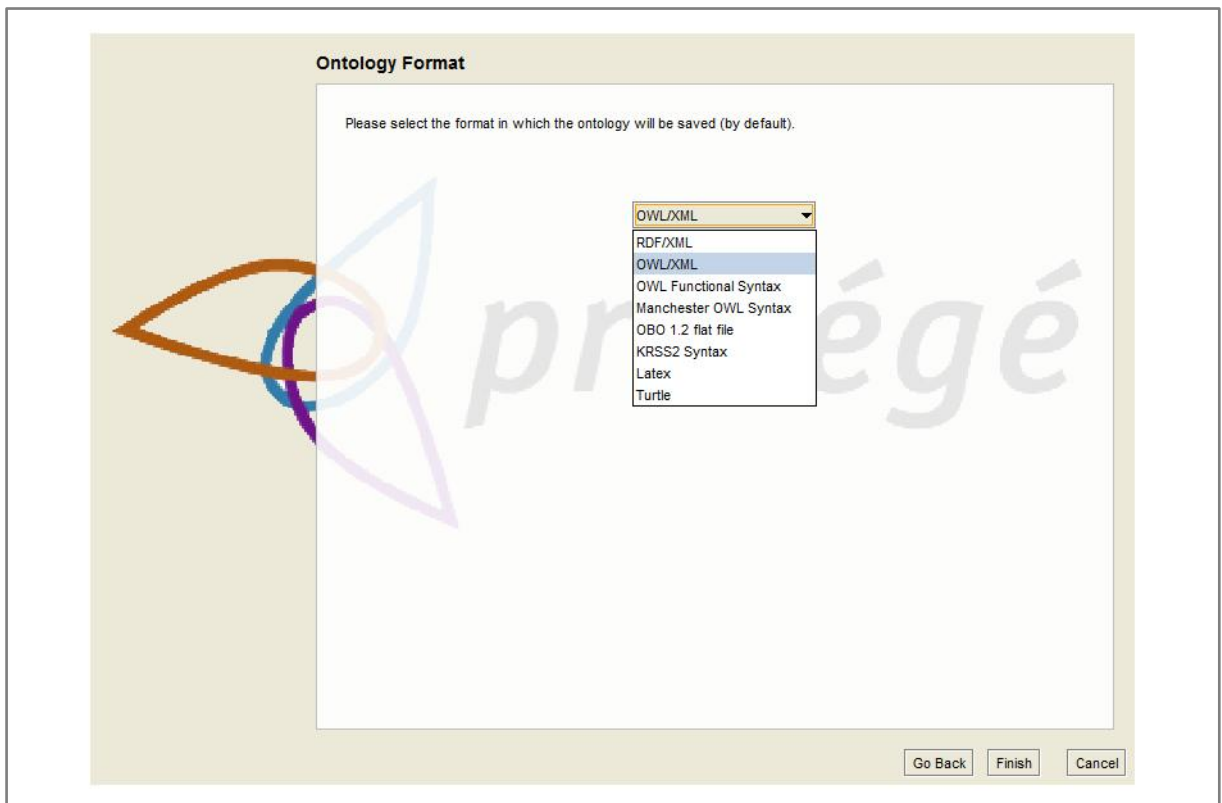


Figura 10. Formatos de Ontologia no Protégé 4.1.0

Para o desenvolvimento da ontologia proposta foi utilizado o formato *OWL Functional Syntax* por auxiliar no desenvolvimento de arquivos puramente OWL. O Protégé possibilita que um arquivo possa ser exportado para qualquer um dos formatos existentes.

Os conceitos definidos na etapa de conceitualização foram inseridos como pode ser visualizado na Figura 11.

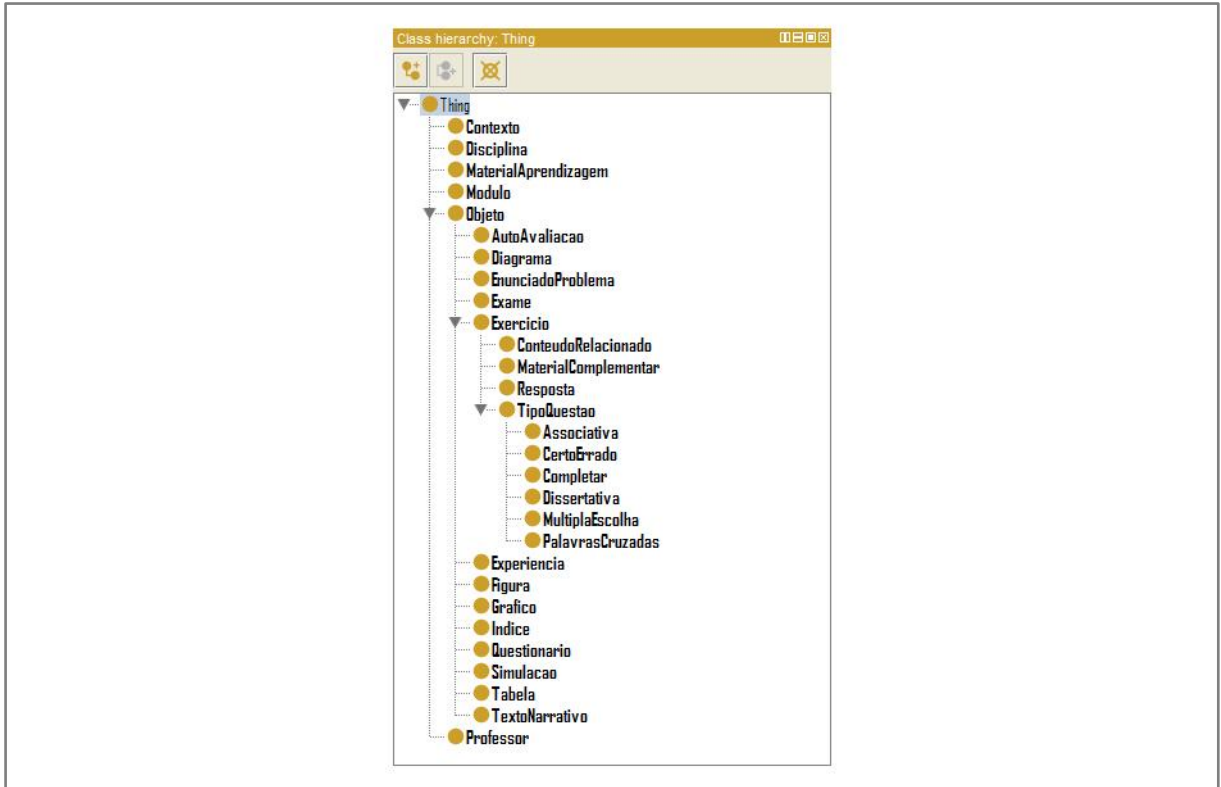


Figura 11. Classes e SubClasses da ontologia

Posteriormente, foram criados os relacionamentos e as propriedades (Figura 12) das classes e subclasses definidas na etapa de conceitualização.

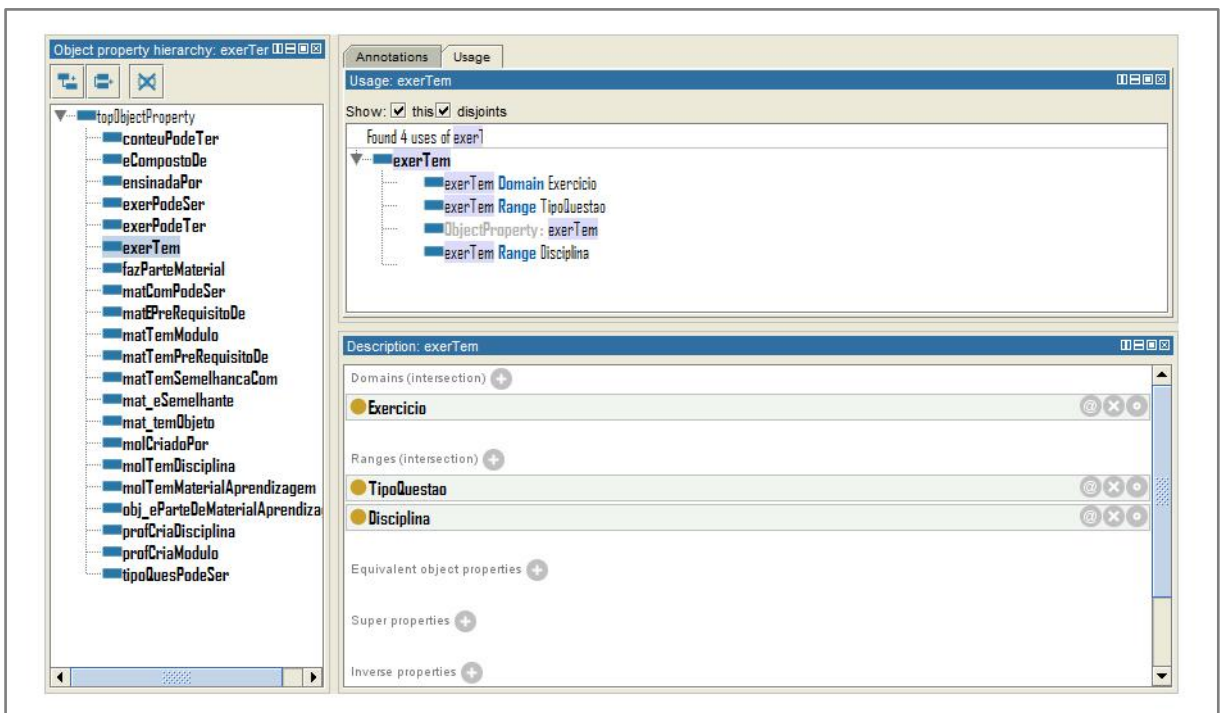


Figura 12. Relacionamento da classe Exercicio com as TipoQuestao e Disciplina

Encerrada a etapa de criação das classes, subclasses, relacionamentos e características, realizou a etapa de inserção de dados para validação da ontologia proposta por essa pesquisa. Na Figura 13 é possível observar um exemplo de um *Exercicio* denominado **ExercicioGeografia1** relacionado com *ConteudoRelacionado* **Aquifero** e que possui uma *Figura* **MapaAquifero**.

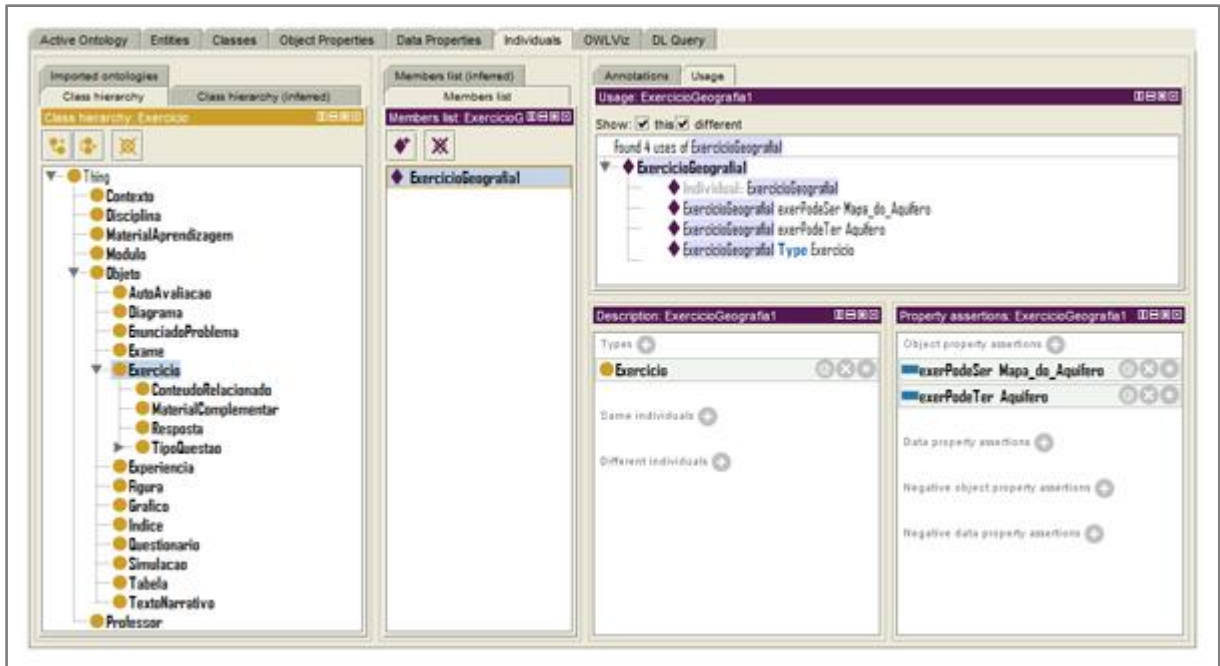


Figura 13. Indivíduos da classe Exercicio

Após a inserção de indivíduos em todos os relacionamentos para a representação do exercício, pode-se realizar a exportação da ontologia para o arquivo OWL com *tags* RDF para os indivíduos. O arquivo OWL completo é o Anexo E desta pesquisa.

As etapas de integração e testes não fizeram parte desta pesquisa devido a limitação de tempo e por não se aplicarem diretamente ao objetivo proposto.

A ontologia de Araújo (2003) modificada é mostrada na Figura 14, que demonstra as alterações realizadas na classe *Objeto*.

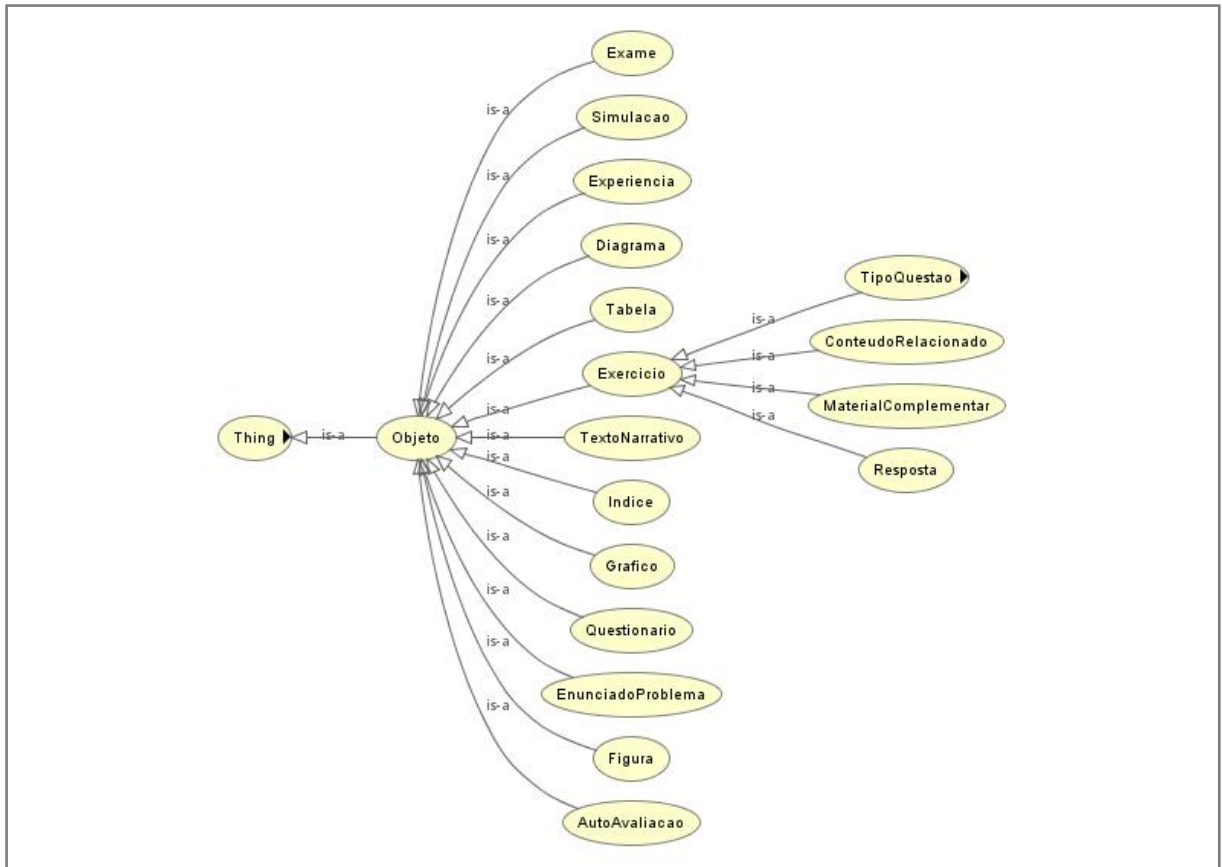


Figura 14. Ontologia de Araújo(2003) alterado o conceito Objeto

No conceito TipoQuestao foram adicionados também conceitos específicos para representação de tipo de exercícios, conforma Figura 15.

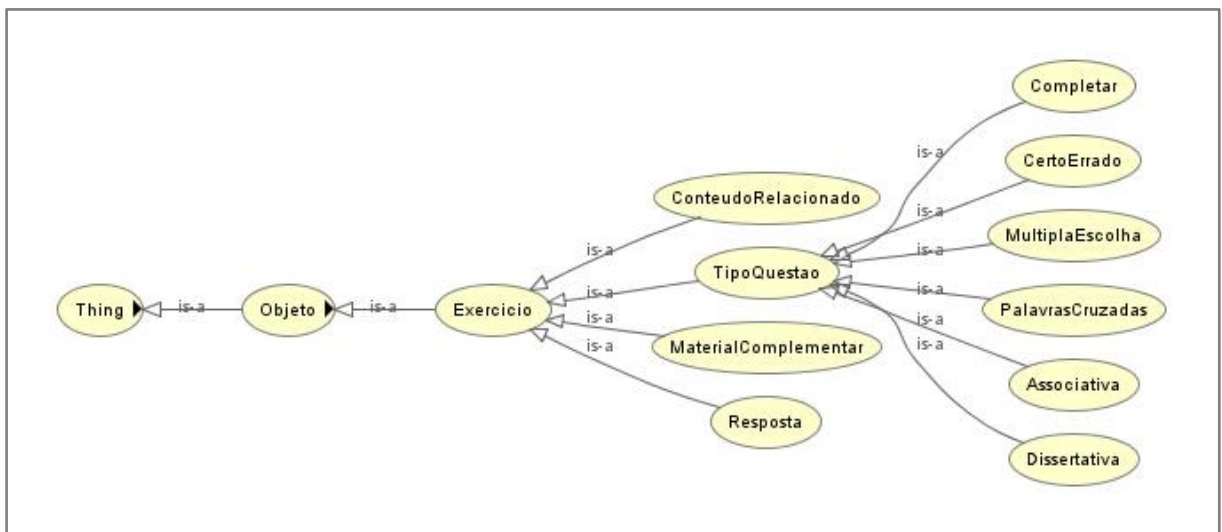


Figura 15. Ontologia de Araújo(2003) alterado o conceito Exercicio

7.2 RESULTADOS OBTIDOS

O resultado obtido nesta pesquisa foi à proposta de uma ontologia de domínio de objetos de aprendizagem de exercícios para a representação e recuperação destes OAs.

A principal dificuldade encontrada foi diferenciar um OA de exercícios de outros OAs, já que o conceito a definição de OA abrange qualquer material de aprendizagem, incluindo exercícios.

Para solucionar a dificuldade foi preciso encontrar uma forma de representar quais as características que diferenciavam um exercício de outros objetos de aprendizagem, características como quais os *tipos de questões* que podem fazer parte de um exercício, assim como prever a possibilidade de existirem outros OAs (*material complementar*) que auxiliaram na resolução do exercício.

A partir da ontologia proposta é possível representar um OA de exercício atendendo a diversos requisitos, como um exercício *Exercício Geografia 1*, que pertence ao contexto de um *Escola*, no *Ensino Fundamental do 2 grau*. O mesmo exercício pode fazer parte de um material de aprendizagem *Aula de Geografia* e pode ter um *Texto Aquífero Guarani* que auxilia na sua resolução e que pode ter *Resposta do Exercício* e tem a disciplina de *Geografia*.

O *Exercício de Geografia 1* tem o formato de arquivo .doc, o responsável por é o professor José Matos, esta na linguagem Português e sua interatividade é *fácil*. O *Exercício de Geografia 1* tem o Tipo de Questão Associativa.

Tanto para atingir o objetivo desta pesquisa quanto para superar as dificuldades encontradas foram criadas classes, metadados e relacionamentos específicos para representação e recuperação de OAs de exercícios.

CONCLUSÃO

O aumento na diversificação de conteúdos Web tem originado pesquisas para a estruturação e representação deste conteúdo, uma parte destas pesquisas é direcionada para a estruturação de OAs. Estas pesquisas têm como principal preocupação a recuperação e o compartilhamento destes OAs. No entanto, as pesquisas direcionadas para a representação de OAs de exercícios ainda não foi muito explorada.

Esse trabalho apresentou uma proposta ontológica de objetos de aprendizagem de exercícios. Para isso foram pesquisados os principais elementos de domínio de objetos de aprendizagem para exercícios, assim como as tecnologias necessárias para a representação e estruturação destes exercícios a partir da Web Semântica.

Durante a fase de pesquisa foi realizada uma análise de quais são os padrões de metadados existentes para representação de OAs. Optou-se pela utilização do padrão LOM de metadados por se tratar de um padrão internacional para representação de recursos de aprendizagem e por já possuir metadados específicos para representação destes recursos.

No Capítulo 7 foi apresentada a ontologia proposta para representação semântica de OAs de exercícios em um ambiente de EBW. Para o desenvolvimento desta ontologia de domínio de OAs foi utilizada a metodologia METHONTOLOGY e em sua estrutura foi utilizada a ferramenta Protégé em OWL. Dessa maneira foi possível definir uma estrutura de representação da informação de forma a agregar significado utilizando a linguagem OWL.

A maior dificuldade encontrada foi diferenciar um OA de exercícios de outros, já que um OA pode ser um exercício ou ter um exercício em sua composição. Para solucionar essa situação, foram criadas classes, metadados e relacionamentos específicos para representação e recuperação de OAs de exercícios.

Essa proposta estende uma ontologia de domínio de objetos de aprendizagem para dar significado a materiais de aprendizagem de exercícios. O modelo ontológico para representação de objetos de aprendizagem de exercícios é o resultado desta pesquisa.

Como sugestão de continuidade desta pesquisa sugere-se:

- a) o desenvolvimento de uma ferramenta para a recuperação de exercícios e outros OA de aprendizagem;
- b) elaborar métricas para avaliação de ontologia;
- c) desenvolver uma página Web que possibilite a estruturação semântica e recuperação de exercícios;
- d) aplicar a ontologia proposta como recurso no AVA da Unesc.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.B. ; BAX, M.P. **Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção.** Ciência da Informação, Brasília, v.32, n.3, p.7-20, set./dez. 2003.
- ALVES, Rachel Cristina Vesú. **WEB SEMÂNTICA: uma análise focada no uso de metadados.** Dissertação. Marília - SP. 2005.
- ARAUJO, Moysés de. **Educação a Distância e a Web Semântica: Modelagem Ontológica de Materiais e Objetos de Aprendizagem para Plataforma CoL.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo - SP. 2003.
- AZEVEDO, Ryan Ribeiro de. **CoreSec: uma ontologia para o domínio de segurança da informação.** Recife, PE. 2008
- BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. **The Semantic Web. Scientific American.** v. 284, n. 5, p. 28-37, 2001.
- BREITMAN, Karin Koogan. **Web semântica: a internet do futuro.** Rio de Janeiro: LTC, 2006. 190 p. ISBN 8521614667
- BRICKLEY, D.; GUHA, R. V.; McBride, B. **RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema - W3c Recommendation** 10 February 2004. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-schema-20040210>. Acesso em: 12/08/2009
- BRITO, Ronnie Fagundes de; BRAGA, Marta Cristina Goulart; PEREIRA, Alice Theresinha Cybis. **Desenvolvendo Objetos de Aprendizagem SCORM aplicando a Arquitetura da Informação e Teoria da Flexibilidade Cognitiva. Informática na Educação: teoria & prática.** Porto Alegre, v.9, n.1, p.97-108, jan./jun. 2006.
- CANTELE, Regina Claudia ; FERREIRA, M. A. G.. **Web Semântica na Educação: de metadados a ontologias.** In: Workshop Semantic Web and Education, 2008, Fortaleza. XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2008.
- CARLAN, Eliana. **Ontologia e Web Semântica.** 2006. 61 f. Monografia (Bacharel) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- CARNEIRO, Raquel Elias; BRITO, Parcilene Fernandes de. **Definição de uma Ontologia em OWL para Representação de Conteúdos Educacionais.** In: VII ENCONTRO DE ESTUDANTES DE INFORMÁTICA DO ESTADO DO TOCANTINS, 2005, Palmas. Anais... Palmas: 2005.
- CAVALCANTI, C.R. **Indexação e tesauro: metodologia e técnicas.** Brasília, ABDF, 1978.
- COLEPICOLO, E. ; HOLANDA, A. J. ; RUIZ, E. E. S. ; WAINER, J. ; PISA, I. T.. **MESH: de cabeçalho de assunto a tesauro.** In: Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 10, 2006, Florianópolis - SC. Anais, 2006. v. 10

COSTA, C. A. O. **Análise de requisitos do sistema de e-Learning de um centro de formação profissional e desenvolvimento de protótipo de demonstração.** 2003 64f. Monografia (Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e de Computadores – Faculdade de Engenharia) - Universidade do Porto, Lisboa, 2003

FAVERO, Rute Vera Maria ; VICARI, Rosa. M. ; Elaine Harada Teixeira de Oliveira. **Projeto e implementação de Objetos de Aprendizagem.** Anuário ABEDI, 2008.

FURGERI, Sérgio. **Representação de informação e conhecimento: estudo das diferentes abordagens entre a Ciência da Informação e a Ciência da Computação.** 2006. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2006

GILLILAND-SWETLAND, Anne J.. **Introduction to Metadata: Setting the Stage.** Pathways To Digital Information, Swetland, 07 maio 2000. p. 1-12. Disponível em: <https://eprints.kfupm.edu.sa/55793>. Acesso em: 05 abr. 09.

GRUBER, T. (1996). **What is an ontology?** [S. l. : s. n.], 1996. Disponível em: <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>. Acesso em: 14/05/2009.

GRUNIGER, M.; FOX, M.S. **Methodology for the design and evaluation of ontologies.** Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing. Montreal, 1996.

GUARINO, Nicola. **Understanding, Building, And Using Ontologies.** 1996. Disponível em: <http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/KAW96/guarino/guarino.html>. Acesso em: 27 abr. 2009.

HAAV, H. M.; LUBI, T. L. **A survey of concept-based information retrieval tools on the web.** In: PROCEEDINGS OF EAST-EUROPEAN CONFERENCE ADBIS. 5. 2001.

HANDA, Jaime Kenji; SILVA, Jaime Balbino G. **Objetos de Aprendizagem (Learning Objects).** Boletim EAD - Unicamp. 2003. Disponível em: http://www.ead.unicamp.br:9000/GECON/sites/EAD/index_html?foco2=Publicacoes/. Acesso em: 16 de setembro de 2009.

JACINTO, Adriana da Silva. **Uma Arquitetura para Sistemas Tutores Inteligentes apoiada por Fundamentos de Web Semântica.** 2007. 175 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José Dos Campos, 2007.

LEARNING TECHNOLOGY STANDARDS COMMITTEE – Draft standard for learning object metadata. Technical Report IEEE P1484.12.1/D6.4, IEEE March 2002.

LORZA, Augusto Carbol. Ativação de componentes de software com a utilização de uma ontologia de componentes. 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Ciências Matemática e de Computação, São Carlos, 2007.

LEAL, Daniel Vieira; CAMARGO, Ozório Junio Soares; BITENCOURT, Roncalli Daniel C.s.a.. **Seminário sobre Web Semântica: Fontes de Informação e Recuperação da Informação na Web Semântica.** 2008. Disponível em:

http://www.uniportal.com.br/modules/download_gallery/dlc.php?file=711. Acesso em: 12 nov. 2009.

LIRA, Heremita Brasileiro. **Uma ontologia para a descrição da semântica da IMML**. 195 f. Dissertação (Pós) - Universidade Federal do, Natal, 2006.

LONGMIRE, W. **A Primer On Learning Objects**. American Society for Training & Development. Virginia. USA. 2001.

KIRKI, Patrick Donald L. **Evaluating Training Programs: the four levels**. San Francisco: Berret-Koehle Publisher, 1998.

MACHION, Andréia Cristina Grisolio. **Uso de ontologias e mapas conceituais na descoberta e análise de objetos de aprendizagem: um estudo de caso eletrostática**. 2007. 140 f. Dissertação (Doutorado) - Instituto de Matemática e Estatística, São Paulo, 2007.

MIRANDA, Alex Sandro Santos. **Ontologias: Indexação e recuperação de fotografias baseada na técnica fotográfica e no conteúdo da imagem**. 132 f. Dissertação (Pósgraduação) - Curso de Ciência da Informação, Universidade de Brasília, Brasília, 2007. Disponível em: http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2712. Acesso em: 02 abr. 2009.

MOLINA, P.J. **Especificación de Interfaz de Usuario: los requisitos de La generación automática**. Tesis doctoral. Departamento de Sistema y Computación, Universidad Olitécnica de Valencia. Marzo, 2003.

MOLOSSI, Sinara. **Inserção da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações no Contexto da Web Semântica: Construção e Uso da Ontologia**. 228 f. Dissertação (Mestre) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

MUZIO, J.; HEINS, T.; MUNDELL, R. **Experiences with Reusable eLearning Objects: From Theory to Practice**. Victoria, Canadá. 2001.

NOVELLO, Taisa C. **Ontologias, Sistemas baseados em Conhecimento e Modelos de Banco de Dados**. Disponível em [93TTP://www.inf.ufrgs.br/~clesio/cmp151/cmp15120021/artigo_taisa.pdf](http://www.inf.ufrgs.br/~clesio/cmp151/cmp15120021/artigo_taisa.pdf). Acesso em: 6/03/2010.

NOY, F. Natalya; MCGUINNESS, L. Deborah. **Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology**. 2001. Disponível em: http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf. Acesso em: 05 abr. 2009.

PALAZZO, Luiz A. M.. **Projeto e Construção de Ontologias**. 2006. Disponível em: <http://www.inf.pucrs.br/~ai190471/Mestrado/slides/PCO3.ppt>. Acesso em: 15 maio 2010

PASSOS, Rômulo Augusto Nogueira de O. **Um Arquitetura para integração de dados baseada em ontologia**. Recife – PE. 2006.

PORFIRIO, Patricia José. **Aplicação de ontologias e data mining para descoberta de conhecimento.** 2008. 162 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2008.

PRADO, Simone das Graças Domingues. **Um experimento no uso de ontologias para reforço da aprendizagem em Educação a Distância.** Tese de Doutorado. São Paulo – SP, 2004.

RAMALHO, Rogério Aparecido Sá. **Web Semântica: Aspectos Interdisciplinares da Gestão de Recursos Informativos no Âmbito da Ciência da Informação.** 2006. 121 f. Trabalho de Conclusão de Pós - Curso de Ciência da Informação, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP, Marília, 2006.

ROCHA, Rafael Port da. **Semântica, Categorização Automática: combinando esforços humanos e computacionais para a descoberta e uso dos recursos da web.** Em Questão, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 109-121, jan./jun. 2004.

ROSSETO, Diones F.; MORAES, Márcia C. **Pesquisando objetos de aprendizagem em repositórios.** 2007. Disponível em: www.inf.pucrs.br/~petinf/homePage/publicacoes/documentos/relatorios%20tecnico/diones.rosseto2007-2.pdf. Acesso em: 11 de Maio de 2009.

SCHEER, S. ; GAMA, Carmem Lúcia Graboski da ; ABE, Millian Sanae ; VERZENHASSI, Camila Cardozo ; KRUKLIS, Samuel. **Objetos educacionais como apoio para uma rede de ensino e aprendizagem em engenharia de estruturas.** In: World Congress on Engineering and Technology Education, 2004, Santos. Engineering Education in the Changing Society. Santos : COPEC, 2004. v. 1. p. 1191-1195.

SENSO, José A.; PIÑERO, Antonio de la Rosa. **El concepto de metadato: Algo más que descripción de recursos electrónicos.** Ciência da Informação, v.32, n.2, p.95-106, ago. 2003

SILVA, D. S.; MELO, R. N.; SIQUEIRA, S. W. M.; BRAZ, M. H. L. B. **Uma Linguagem para Especificação de Sequências de Objetos de Aprendizagem.** In: 3ª Conferência do PGL Consolidando Experiências em e-Learning, 2005, São Paulo, Proceedings, 2005.

SHEPHERD C. **Objects of interest.** 2000. Disponível em: <http://www.fastrakconsulting.com.uk/tactix/features/objects/objects.htm>. Acesso em: 24/04/2010.

SCHENEIDER, J. W. **Verification of bibliometric methods' applicability for thesaurus construction.** 2005. Tese de Doutorado. Royal School of Library and Information Science, Dinamarca.

SILVA, Roosevelt Lins. **Representação E Agregação De Conteúdos Em Repositório De Objetos De Aprendizagem.** São Luis, 2007. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Maranhão.

SOUZA, R. S.; ALVARENGA, L. **A web semântica e suas contribuições para a ciência da informação.** Ciência da Informação, Brasília, v.33, n.1, p.132-141, jan./abril 2005.

STOJANOVIC, L.; STAAB, S.; STUDER, R. **E-learning based on the semantic Web**. In: World Conference on the WWW and Internet. Orlando, Florida, USA. 2001

TAROUCO, Liane M. R.; FABRE, Marie-Christine J. M.; TAMUSIUNAS, Fabrício R. **Reusabilidade de objetos educacionais**. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 1-11, fev. 2003. Disponível em: http://www.cinted.ufrgs.br/renote/fev2003/artigos/marie_reusabilidade.pdf. Acesso em: 17 set. 2009.

TARTARI, Francielli B. **ONTOARTE: Uso de Ontologia para anotação e Recuperação de Informação em Imagens de Arte**. 129 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009.

TEODORO, George. **Proposta para o desenvolvimento de um Repositório de Objetos de Aprendizagem (ROA) na UFMG e UnC**. MG, 2008

WILEY, D. A. **Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy**. In D. A. Wiley (Ed.) The instructional use of learning objects. 2001. Disponível em <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>. Acesso em 25 Maio 2009.

W3C. **Web Ontology Language (OWL)**. 2002. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/2002/WD-owl-ref-20021112/>.

ANEXO A – GLOSSÁRIO DE TERMOS

Nome	Descrição	Tipo
Disciplina: codigo	Código alfanumérico que identifica a disciplina dentro de um sistema.	Atributo
Disciplina: descricao	Código alfanumérico que descreve as informações sobre a disciplina.	Atributo
Disciplina: id	Código que identifica a disciplina.	Atributo
Disciplina: link_bibliografia	Referencia-se à página que contém a bibliografia da disciplina. Esta informação é opcional.	Atributo
Disciplina: link_glossario	Referencia-se à página que contém a bibliografia da disciplina. Esta informação é opcional.	Atributo
Disciplina: link_sumario	Referencia-se à página que contém o sumário ou o índice da disciplina. Esta informação é opcional.	Atributo
Disciplina: nome	Contém o nome da disciplina	Atributo
Disciplina: professor	Identifica o professor responsável pela disciplina.	Atributo
Material_Aprendizagem: codigo	Código do material de aprendizagem.	Atributo
Material_Aprendizagem: nome	Nome do material de aprendizagem.	Atributo
Modulo: descricao	Contém informações detalhadas sobre o módulo.	Atributo
Modulo: id	Código numérico que identifica o módulo dentro do sistema.	Atributo
Modulo: nome	Nome que será apresentado na lista de módulos da disciplina.	Atributo
Modulo: professor	Identifica o professor responsável pelo módulo.	Atributo
Modulo: url	Referencia a página inicial do módulo	Atributo
Objeto: data	Data de criação do material de aprendizagem.	Atributo
Objeto: descricao	Descrição do material de aprendizagem	Atributo
Objeto: dificuldade	Grau de dificuldade do material de aprendizagem. Pode ser Muito Fácil, Fácil, Médio, Difícil e Muito Difícil.	Atributo
Objeto: formato	Formato do material de aprendizagem. Pode ser vídeo, avi/mpeg, uma aplicação, um texto HTML,	Atributo

	uma animação Flash, etc.	
Objeto: interatividade	Nível de interatividade entre o usuário e o material do aprendiz. Pode ser Baixo, Muito Baixo, Médio, Alto e Muito Alto.	Atributo
Objeto: linguagem	Linguagem (português, inglês, ...) do material de aprendizagem.	Atributo
Objeto: localizacao	Localizacao do material de aprendizagem, normalmente um endereço URI.	Atributo
Objeto: palavra_chave	Palavra chave o material de aprendizagem.	Atributo
Objeto: responsavel	Responsável e/ou criado do material de aprendizagem.	Atributo
Objeto: restricao	Quais as restrições de uso do material de aprendizagem.	Atributo
Objeto: tamanho	Tamanho do material de aprendizagem	Atributo
Objeto: titulo	Título do material de aprendizagem.	Atributo
Professor: email	Endereço eletrônico (email) do professor.	Atributo
Professor: id	Código de identificação do professor.	Atributo
Professor: nome	Nome do Professor.	Atributo
Contexto: curso	Curso do qual o material de aprendizagem faz parte.	Atributo
Contexto: grau	Grau de ensino o qual o material de aprendizagem pertence.	Atributo
Contexto: serie	Série e / ou fase o qual o material de aprendizagem pertence.	Atributo
ConteudoRelacionado: assunto	Assunto do material de aprendizagem.	Atributo
Auto_Avaliacao	Tipo de objeto que contém testes de auto avaliação.	Conceito ou classe
Associativa	Tipo de exercício que contém questões associativas	Conceito ou classe
CertoErrado	Tipo de exercício que contém questões de certo e errado ou verdadeiro e falso	Conceito ou classe
Completar	Tipo de exercício que contém questões de completar ou preencher lacunas.	Conceito ou classe
Contexto	Ambiente onde o material de aprendizagem pode ser utilizado.	Conceito ou classe
ConteudoRelacionado	Conteúdo Relacionado com o exercício.	Conceito ou classe

Diagrama	Um tipo de objeto de aprendizagem que, por meio de figuras geométricas (pontos, linhas, áreas, etc...), faz a representação dos fatos, fenômenos, grandezas, ou das relações entre eles.	Conceito ou classe
Disciplina	Uma disciplina é/pode ser composta por um ou mais módulos.	Conceito ou classe
Dissertativa	Tipo de exercício que contém questões dissertativas.	Conceito ou classe
Enunciado_Problema	Um tipo de objeto que representa um enunciado de problema.	Conceito ou classe
Exame	Um tipo de objeto de aprendizagem destinada e avaliar a aptidão ou os conhecimentos de um aluno.	Conceito ou classe
Exercicio	Um tipo de objeto de aprendizagem com o objetivo de treinar o estudante em determinada disciplina.	Conceito ou classe
Experiencia	Um tipo de objeto de aprendizagem que representa um ato ou efeito de experimentar.	Conceito ou classe
Figura	Um tipo de objeto de aprendizagem que através de um conjunto de traços gráficos reproduz alguém ou algo (real ou imaginário).	Conceito ou classe
Grafico	Um tipo de objeto de aprendizagem destinado à representação da linguagem por sinais visuais, desenhados ou gravados.	Conceito ou classe
Indice	Um tipo de objeto de aprendizagem que lista todos, ou quase todos, os itens que se considera de maior importância no texto de determinado material de aprendizagem.	Conceito ou classe
Material_Aprendizagem	Um conjunto de documentos e/ou objetos indispensáveis ao desempenho das atividades de aprendizagem. Portanto, um gráfico, uma figura, uma experiência, um jogo educacional, uma simulação, um tutorial podem ser considerados material de aprendizagem.	Conceito ou classe
MaterialComplementar	Tipo de material de aprendizagem que auxiliara na resolução do exercício.	Conceito ou classe
Modulo	Um módulo é formado por uma ou mais páginas HTML unidas e é a unidade que compões a disciplina.	Conceito ou classe
MultiplaEscolha	Tipo de exercício que contém questões de assinalar.	Conceito ou classe
Objeto	São os tipos de objetos de aprendizagem que compõem um material de aprendizagem. Pode ser um gráfico, tabela, fórmula, animação, simulação, exercício, etc.	Conceito ou classe
PalavrasCruzadas	Tipo de exercício que contém questões de com	Conceito ou classe

	palavras cruzadas.	
Professor	É aquele que é responsável por disciplinas, módulos, elaboração de material de aprendizagem e sua disponibilização às turmas.	Conceito ou classe
Questionario	Um tipo de objeto de aprendizagem com uma sequência de perguntas feitas para servir de guia a uma investigação, entrevista, etc.	Conceito ou classe
Resposta	Tipo de exercício que indica se o mesmo possui resposta ou se é uma resposta.	Conceito ou classe
Simulacao	Um tipo de objeto de aprendizagem que imita o funcionamento de um processo, por meio do funcionamento de outro.	Conceito ou classe
Tabela	Um tipo de objeto de aprendizagem que consta de quadro sistemático de consulta de dados onde se registram preços, relação de pessoas, etc.	Conceito ou classe
Texto_Narrativo	Um tipo de objetos que contém um texto que descreve um determinado assunto	Conceito ou classe
TipoQuestao	Um tipo de objeto de aprendizagem que indica qual a questão que o exercício possui.	Conceito ou classe
conteudoPodeTer (ConteudoRelacionado, Disciplina)		Relacionamento
ensinadaPor (Disciplina, Professor)		Relacionamento
exerPodeSer (Exercicio, Objeto)		Relacionamento
exerPodeTer (Exercicio, MaterialComplementar, ConteudoRelacionado, Resposta)		Relacionamento
exerTem (Exercicio, TipoQuestao, EnunciadoProblema, Disciplina)		Relacionamento
fazParteMaterial (Contexto, MaterialAprendizagem)		Relacionamento
matComPodeSer (MaterialComplementar,		Relacionamento

MaterialAprendizagem)		
matEPreRequisitoDe (Material_Aprendizagem, Material_Aprendizagem)		Relacionamento
matTemModulo (Material_Aprendizagem, Modulo)		Relacionamento
matTemPreRequisitoDe (MaterialAprendizagem, MaterialAprendizagem)		Relacionamento
matTemSemelhancaCom (Material_Aprendizagem, Material_Aprendizagem)		Relacionamento
Mat_eSemelhante (Material_Aprendizagem, Material_Aprendizagem)		Relacionamento
matTemObjetos (Material_Aprendizagem, Objetos)	Indica que os Materiais de aprendizagem têm objetos de aprendizagem	Relacionamento
molCriadoPor (Modulo, Professor)		Relacionamento
Nome	Descrição	Tipo
molTemDisciplina (Modulo, Disciplina)		Relacionamento
molTemMaterial_Aprendizagem (Modulo, Material_Aprendizagem)		Relacionamento
molTemMaterial_Aprendizagem (Modulo, Material_Aprendizagem)	Esta relação indica que os Módulos têm um ou mais Materiais de Aprendizagem	Relacionamento
obj_eParteDeMaterial_Aprendizagem	Relação inversa de matTemObjetos; indica que os objetos são parte dos materiais de aprendizagem.	Relacionamento

(Objeto,
Material_Aprendizag
em)

profCriaDisciplina
(Professor,
Disciplina)

Relacionamento

profCriadModulo
(Professor, Modulo)

Relacionamento

tipoQuesPodeSer
(TipoQuestao,
Associativa /
Completar /
CertoErrado /
Dissertativa /
MultiplaEscola /
PalavrasCruzadas,)

Relacionamento

ANEXO B – ÁRVORE DE CONCEITOS

Nome	Origem
Exercicio	Objeto
Simulacao	Objeto
Questionario	Objeto
Diagrama	Objeto
Exame	Objeto
Grafico	Objeto
Indice	Objeto
Tabela	Objeto
Figura	Objeto
Experiencia	Objeto
Auto_Avaliacao	Objeto
Enunciado_Problema	Objeto
Texto_Narrativo	Objeto
ConteudoRelacionado	Exercicio
MaterialComplementar	Exercicio
Resposta	Exercicio
TipoQuestao	Exercicio
Associativa	TipoQuestao
CertoErrado	TipoQuestao
Completar	TipoQuestao
Dissertativa	TipoQuestao
MultipplaEscolha	TipoQuestao
PalavrasCruzadas	TipoQuestao

ANEXO C – DICIONÁRIO DE CONCEITOS

Conceito	Atributos	Relacionamentos
Auto_Avaliacao		
Associativa		
CertoErrado		
Completar		
Contexto	curso, grau, serie	fazParteMaterial
ConteudoRelacionado	assunto	conteudoPodeTer
Diagrama		
Disciplina	codigo, descricao, id, link_bibliografia, nome, link_sumario, professor	ensinadaPor
Dissertativa		
Enunciado_Problema		
Exame		
Exercicio		exerPodeSer, exerPodeTer, exerTem,
Experiencia		
Figura		
Grafico		
Indice		
Material_Aprendizagem	codigo, nome	matEPreRequisitoDe, matTemModulo, matTemPreRequisitoDe, matTemSemelhancaCom, mat_eSemelhante, mat_temObjeto
MaterialComplementar		matComPodeSer
Modulo	Descricao, id, nome, professor, url	molCriadoPor, molTemDisciplina, molTemMaterialAprendizagem
MultiplaEscolha		
Objeto	data, descricao, dificuldade, formato, interatividade, linguagem, localização, palavra_chave, responsável, restrição,	obj_eParteDeMaterial_Aprendizagem

tamanho, titulo		
PalavrasCruzadas		
Professor	email, id, nome	profCriaModulo, profCriaDisciplina
Questionario		
Resposta		
Simulacao		
Tabela		
Texto_Narrativo		
TipoQuestao		tipoQuesPodeSer

ANEXO D – TABELA DE RELACIONAMENTOS

Relacionamento	Origem	Destino
conteudoPodeTer	ConteudoRelacionado	Disciplina
ensinadaPor	Disciplina	Professor
exerPodeSer	Exercicio	Objeto
exerPodeTer	Exercicio	MaterialComplementar ConteudoRelacionado Resposta
exerTem	Exercicio	TipoQuestao EnunciadoProblema Disciplina
fazParteMaterial	Contexto	MaterialAprendizagem
matComPodeSer	MaterialComplementar	MaterialAprendizagem
matEPreRequisitoDe	Material_Aprendizagem	Material_Aprendizagem
matTemModulo	Material_Aprendizagem	Modulo
matTemPreRequisitoDe	Material_Aprendizagem	Material_Aprendizagem
matTemSemelhancaCom	Material_Aprendizagem	Material_Aprendizagem
mat_eSemelhante	Material_Aprendizagem	Material_Aprendizagem
matTemObjetos	Material_Aprendizagem	Objeto
molCriadoPor	Modulo	Professor
molTemDisciplina	Modulo	Disciplina
molTemMaterial_Aprendizagem	Modulo	Material_Aprendizagem
obj_eParteDeMaterial_Aprendizagem	Objeto	Material_Aprendizagem
profCriaDisciplina	Professor	Disciplina
profCriadModulo	Professor	Modulo
tipoQuesPodeSer	TipoQuestao	Associativa Completar CertoErrado Dissertativa MultiplaEscola PalavrasCruzadas

ANEXO E – ARQUIVO OWL

Neste anexo está o arquivo owl gerado sem o axiomas lógicos.

```

<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE Ontology [
<!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
<!ENTITY xml "http://www.w3.org/XML/1998/namespace" >
<!ENTITY rdfs "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" >
<!ENTITY rdf "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" > ]>

<Ontology xmlns="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
xml:base="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/18/Ontology1276880718416.owl"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
  ontologyIRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/18/Ontology1276880718416.owl">
  <Prefix name="rdf" IRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" />
  <Prefix name="rdfs" IRI="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" />
  <Prefix name="xsd" IRI="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" />
  <Prefix name="owl" IRI="http://www.w3.org/2002/07/owl#" />
  <EquivalentObjectProperties>
  <ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#conteuPodeTer"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
  <ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#ensinadaPor"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
  <ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#exerPodeSer"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
  <ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#exerPodeTer"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
  <ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#exerTem"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
  <ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#fazParteMaterial"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
  <ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#matComPodeSer"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
  <ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#matEPreRequisitoDe"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>

```

```

    <ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#matTemModulo"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
  <ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#matTemPreRequisitoDe"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
  <ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#matTemSemelhancaCom"/
>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
<ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#mat_eSemelhante"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
<ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#mat_temObjeto"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
<ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#molCriadoPor"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
<ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#molTemDisciplina"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
  <ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#molTemMaterialAprendiza
gem"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
  <ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#obj_eParteDeMaterialApre
ndizagem"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
  <ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#profCriaDisciplina"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
  <ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#profCriaModulo"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentObjectProperties>
  <ObjectProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#tipoQuesPodeSer"/>
  </EquivalentObjectProperties>
  <EquivalentDataProperties>
  <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#assunto"/>
  </EquivalentDataProperties>
  <EquivalentDataProperties>
  <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#codigo"/>
  </EquivalentDataProperties>
  <EquivalentDataProperties>

```

```

    <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#curso"/>
  </EquivalentDataProperties>
  <EquivalentDataProperties>
    <DataProperty IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#data"/>
  </EquivalentDataProperties>
  <EquivalentDataProperties>
    <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#descricao"/>
  </EquivalentDataProperties>
  <EquivalentDataProperties>
    <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#dificuldade"/>
  </EquivalentDataProperties>
  <EquivalentDataProperties>
    <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#email"/>
  </EquivalentDataProperties>
  <EquivalentDataProperties>
    <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#formato"/>
  </EquivalentDataProperties>
  <EquivalentDataProperties>
    <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#grau"/>
  </EquivalentDataProperties>
  <EquivalentDataProperties>
    <DataProperty IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#id"/>
  </EquivalentDataProperties>
  <EquivalentDataProperties>
    <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#interatividade"/>
  </EquivalentDataProperties>
  <EquivalentDataProperties>
    <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#linguagem"/>
  </EquivalentDataProperties>
  <EquivalentDataProperties>
    <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#link_bibliografia"/>
  </EquivalentDataProperties>
  <EquivalentDataProperties>
    <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#link_glossario"/>
  </EquivalentDataProperties>
  <EquivalentDataProperties>
    <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#link_sumario"/>
  </EquivalentDataProperties>
  <EquivalentDataProperties>
    <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#localizacao"/>
  </EquivalentDataProperties>
  <EquivalentDataProperties>
    <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#nome"/>
  </EquivalentDataProperties>
  <EquivalentDataProperties>
    <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#palavra_chave"/>

```

```

</EquivalentDataProperties>
<EquivalentDataProperties>
  <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#pergunta"/>
  </EquivalentDataProperties>
</EquivalentDataProperties>
  <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#professor"/>
  </EquivalentDataProperties>
</EquivalentDataProperties>
  <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#responsavel"/>
  </EquivalentDataProperties>
</EquivalentDataProperties>
  <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#resposta"/>
  </EquivalentDataProperties>
</EquivalentDataProperties>
  <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#restricao"/>
  </EquivalentDataProperties>
</EquivalentDataProperties>
  <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#serie"/>
  </EquivalentDataProperties>
</EquivalentDataProperties>
  <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#tamanho"/>
  </EquivalentDataProperties>
</EquivalentDataProperties>
  <DataProperty
IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#titulo"/>
  </EquivalentDataProperties>
</EquivalentDataProperties>
  <DataProperty IRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2010/5/Ontology1276224464757.owl#url"/>
  </EquivalentDataProperties>
</EquivalentDataProperties>
  <DataProperty abbreviatedIRI="owl:topDataProperty"/>
</EquivalentDataProperties>
</Ontology>
<!-- Generated by the OWL API (version 3.0.0.1413) http://owlapi.sourceforge.net -->

```

APÊNDICE A

A Web Semântica na Significação de Conteúdos: uma Ontologia Para Representação do Domínio de Objetos de Aprendizagem

Bruna Medeiros Marques¹

¹Universidade do Extremo Sul Catarinense – (UNESC)
Caixa Postal 3167 – 88806-000 – Criciúma – SC – Brazil
{brumarquesbru}@gmail.com

Resumo. *O aumento significativo da quantidade de informações disponíveis na Web originou pesquisas direcionadas para melhora da estruturação e representação destas informações e grande parte destas pesquisas são direcionada para a estruturação de conteúdos educacionais digitais, conhecidos por objetos de aprendizagem. A disponibilização destes conteúdos tem apresentado um avanço na representação semântica de seu significado. Observou-se que apesar da área de representação de objetos de aprendizagem ser ampla, a preocupação em representar especificamente exercícios é pequena. Esse trabalho apresenta uma proposta ontológica de objetos de aprendizagem de exercícios utilizando as tecnologias da Web Semântica. Para isso foram pesquisadas as ontologias de representação de objetos de aprendizagem atuais, assim como as tecnologias utilizadas nestas ontologias, observando quais situações já são atendidas e quais precisam ser ampliadas.*

1. Introdução

A Web é um grande repositório virtual de conteúdo, onde a informação sobre uma infinidade de assuntos está disponível a qualquer hora e em qualquer lugar, oportunizando acesso e divulgação em várias áreas do conhecimento humano, dentre as quais a Educação.

A evolução tecnológica tem possibilitado a aplicação de novas abordagens para melhorar a qualidade e incrementar a eficiência da educação baseada na Web. Entre estas abordagens, destaca-se o foco para o compartilhamento, a reutilização, a estruturação, significação, compreensão e interpretação dos objetos de aprendizagem a partir de pontos comuns de referência dos conteúdos Web.

Estes OAs são disponibilizados na Web em vários formatos diferentes como hipertexto, vídeo, animações, entre outros. Porém, no desenvolvimento de OA é pouca ou inexistente a utilização de recursos que possibilitem a automação da busca, compartilhamento e reutilização de conteúdos digitais de aprendizagem entre as aplicações; a padronização de formatos, linguagens e vocabulários para representar e armazenar estes conteúdos.

Dessa maneira o reuso não é realizado, e perdesse tempo com a produção de novos objetos de aprendizagem. Parte desse problema é originada na falta de estruturação e significação dos conteúdos Web, dificultando a busca, compartilhamento e reutilização de OA.

A utilização das tecnologias da Web Semântica para estruturação e significação semântica de conteúdo Web, tem viabilizado o processamento da informação tanto por agentes de software quanto por usuários.

2. Objetos de Aprendizagem

A evolução tecnológica tem possibilitado a utilização de abordagens diferenciadas, visando melhorar a qualidade e incrementar a eficiência da Educação Baseada na Web (EBW). Para tanto tem sido utilizado o conceito de objetos de aprendizagem. Por ser um assunto consideravelmente novo, os pesquisadores desta área ainda não chegaram a um único conceito de objeto de aprendizagem. No entanto, as definições se encaminham para um significado em comum, de que OAs são entidades digitais com objetivos educacionais reutilizáveis.

O termo Objeto de Aprendizagem é creditado a Wayne Hodgins, que o teria utilizado pela primeira vez em 1992. Os autores são unânimes ao citar que a composição de um OA inclui diferentes tipos de mídia, de tamanho e formatos diversos, animações, *applets*, podendo ser desde um simples componente digital, um Web *site* ou uma complexa. Muzio et al (2001, p.2) argumenta que “[...] existem muitas e diferentes definições para Objetos de Aprendizagem e muitos outros termos são utilizados. Isso sempre resulta em confusão e dificuldade de comunicação [...]”.

Para Tarouco; Fabre (2003, p. 2) o termo OA geralmente aplica-se a “[...] materiais educacionais projetados e construídos em pequenos conjuntos com vistas a maximizar as situações de aprendizagem onde o recurso pode ser utilizado. A idéia básica é a de que os objetos sejam como blocos com os quais será construído o contexto de aprendizagem”.

As características de OA apresentam como este recurso resolve problemas quanto ao desenvolvimento, armazenamento e distribuição de conteúdos instrucionais por meios digitais. Autores como Fávero et al (2008), Handa e Silva (2003), Longmire (2001), Tarouco (2003) e Wiley (2001) destacam como principais características de OA:

- a) reutilização: é considerada a característica principal, a construção de segmentos de aprendizagem na forma computacional, os quais podem ser reutilizados em diversos contextos ou situações de aprendizagem.
- b) agregação: agrupado, combinado com outros OA, formando estruturas de aprendizagem compostas por diversos OAs de diferentes granularidades, que ao serem combinados tornam-se complexos e contextualizados com uma determinada situação.
- c) identificação por metadados: metadados (dados sobre dados) são informações descritivas sobre um recurso, ou seja, informações que descrevem informações importantes sobre determinado recurso em um contexto. Essas informações podem variar desde o autor do recurso, até qualquer informação que se julgue necessária.
- d) interatividade: essa característica parte do princípio que o aluno, ao fazer uso do OA precisa de condições propícias no meio para interagir com o que esta sendo abordado.

2.1 Repositórios de Objetos de Aprendizagem

A necessidade de compartilhamento de OA tem impulsionado a construção de repositórios que trabalhem de forma conjunta, ou seja, que troquem informações sobre os OAs que ambos possuem, facilitando a pesquisa e a localização destes.

Teodoro (2008) afirmar que entre várias coisas, repositórios virtuais devem seguir o padrão *LOM* para categorização dos elementos; prover acesso simples via Web aos objetos armazenados; facilitar a busca semântica e também a navegação dentro do conteúdo do repositório, criando ligações entre OAs relacionados e suportar o compartilhamento entre diferentes instituições.

3. Web Semântica

A Web vem se constituindo em um grande repositório de informações com grande diversidade de formatos e estruturação. Araujo (2003) e Silva (2008) comentam que as informações disponíveis na Web não possuem uma estrutura definida, sendo geralmente utilizado em sua estrutura de acesso o protocolo HTTP e a linguagem HTML, mas esta tecnologia é limitada no sentido de acesso e processamento da informação, ficando para o usuário o encargo de extrair e interpretar seu conteúdo.

Essa limitação de acesso ao conteúdo propriamente dito ocorre também porque os mecanismos de buscas realizando suas pesquisas baseando-se em palavras-chave e sem efetuar a compreensão do conteúdo apresentado, já que não há uma descrição deste conteúdo. Os resultados retornados acabam sendo abrangentes e pouco precisos.

A proposta da Web Semântica é fornecer estrutura, forma e significado na disponibilização do conteúdo, possibilitando organização, busca e reaproveitamento a partir do uso de suas tecnologias. Ela foi idealizada para que seja compreendida por máquinas, ou melhor, por agentes computacionais, que são capazes de operar de forma eficiente sobre as informações disponíveis, entendendo o seu real significado. Os principais objetivos da Web Semântica são:

- c) tornar possível que o conteúdo disponível na Web tenha conteúdo e significado tanto para homens como para máquinas, fazendo com que uma busca traga uma quantidade maior de informações dentro do contexto desejado;
- d) e criar um padrão para arquiteturas de metadados, utilizando-se para isso de linguagens de ontologias que auxiliem um computador a entender o significado de informações na Web.

3.1 Arquitetura da Web Semântica

Berners-Lee; Hendler; Lassila (2001) ao planejarem a Web Semântica, idealizaram uma arquitetura em camadas, chamada de “Pirâmide de Linguagens”. O objetivo dessa arquitetura era atender a demanda e definir uma estrutura escalonável, onde cada camada complementa a camada inferior sem depender da superior. Para tornar isso realidade, os autores propuseram uma arquitetura em camadas, representada na Figura 1.

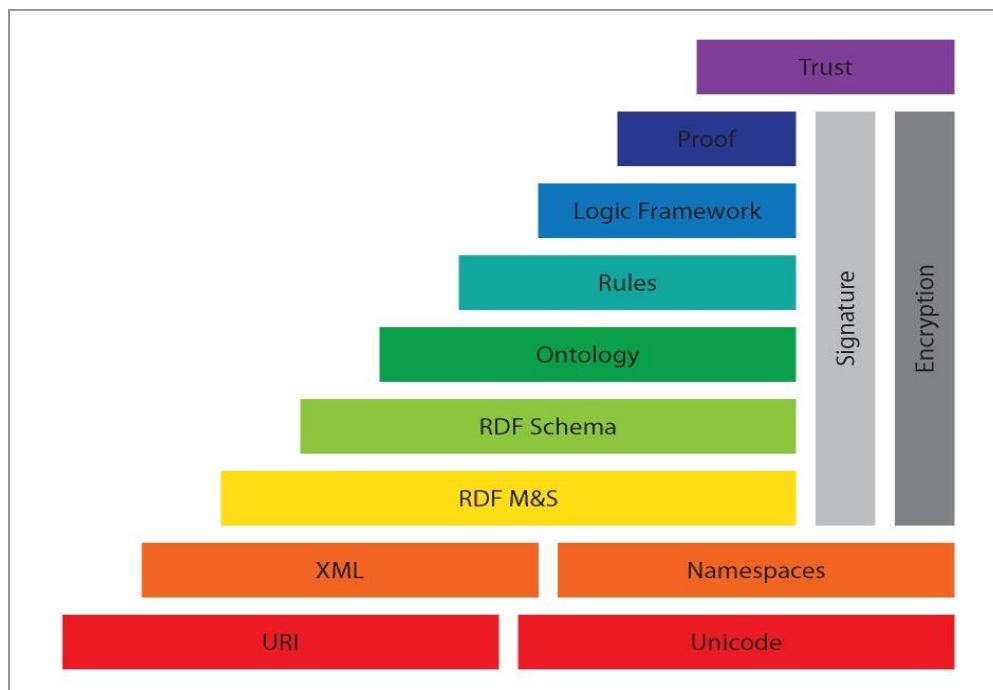


Figura 16. Arquitetura em camadas
 Fonte: BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O (2001)

A Figura 1 demonstra como é feita a divisão em camadas em uma arquitetura semântica. Segundo descrição do autor, as camadas se dividem da seguinte maneira: Camada *Unicode* e *URI*, Camada XML, Camada RDF, Camada de Ontologia e por último as Camadas de Lógica, Prova e Confiança. As camadas são compostas pelas tecnologias necessárias para implementação da Web Semântica.

4. Ontologias

Machion (2007) uma ontologia descreve formalmente um domínio de conhecimento. Gruninger (1996) afirmam que uma ontologia deve incluir um vocabulário de termos e alguma especificação de seu significado, mesmo que para isso possa deva assumir inúmeros formatos. Dessa forma, o significado de uma ontologia precisa abranger conceitos que são inter-relacionados, o que resulta na estruturação e nas restrições de suas interpretações.

A importância da ontologia está em esclarecer a estrutura de um conhecimento. Em domínio, a ontologia forma o centro de qualquer sistema de representação do conhecimento do domínio. Sem uma ontologia ou conceituação do conhecimento, pode não existir um vocabulário que represente o conhecimento. Logo, o primeiro passo ao projetar um sistema de representação do conhecimento eficiente, assim como seu vocabulário, é realizar uma análise ontológica eficiente do domínio que se quer representar.

4.1 Tipos de Ontologias

Diversas propostas de classificação de ontologias são baseadas no grau de formalismo, função, estrutura e conteúdo. Os tipos variam de ontologias informais, expressas em linguagem natural, até as ontologias rigorosamente formais, que são especificadas em linguagem formal, como a lógica de primeira ordem, que utiliza axiomas e prova de teoremas. Ontologias semi-informais são, geralmente, ontologias especificadas numa linguagem formal, com menos rigor de especificação que ontologias formais.

4.2 OWL

A OWL foi lançada em 2004 pelo W3C como uma revisão da DAML+OIL e conseqüentemente do RDF, possibilitando que algumas especificações que não existiam nessas linguagens. Fazem parte da OWL outras três linguagens com diferentes níveis de expressão:

- d) OWL Lite: com base em hierarquias e restrições simples. Permite somente definições de cardinalidades binárias;
- e) OWL DL: foi projetada para sistemas com um nível maior de detalhamento e restrições, está preparada para implementações baseadas em um indivíduo ou lógica descritiva. Não aceita uma classe que seja considerada um indivíduo ou uma propriedade e não aceita que o indivíduo seja considerado uma classe;
- f) OWL Full: foi projetada para suportar expressividade enquanto mantém a completude computacional, de forma que possa violar restrições da lógica descritiva com o objetivo de ser compatibilizado com um grande número de banco de dados e sistemas de representação de informações.

4.3 Protégé2000

Existem vários ambientes de desenvolvimento de ontologia, optou-se por utilizar o editor Protégé por ser compatível com os padrões da Web Semântica e com a linguagem OWL, está disponível em diversas plataformas (Windows, UNIX, Mac, etc), além de ser uma ferramenta open source (MIRANDA, 2007, p. 83).

No trabalho realizado, optou-se utilizar ontologias por possibilitarem um entendimento comum e compartilhado de um domínio e é capaz de comunicar por meio de pessoas e computadores (LEAL; CAMARGOS; BITENCOURT, 2008). Como complemento da ontologia utilizou-se a linguagem OWL, que torna possível as aplicações processarem o conteúdo da informação e vez de somente disponibilizá-lo.

4.4 Comparativo entre as propostas de ontologias

Foi realizado um comparativo entre as propostas de ontologias existentes para OAs, analisando as tecnologias utilizadas por cada uma, qual o tipo da ontologia utilizada e quais as classes que foram utilizadas nas mesmas. Os trabalhos analisados foram:

- e) Educação a Distância e a Web Semântica: modelagem ontológica de materiais e objetos de aprendizagem para a plataforma COL (Araújo, 2003);
- f) Representação e Agregação de conteúdos em repositório de objetos de aprendizagem (SILVA, 2008);
- g) Inserção da Biblioteca Digital de Teses e dissertações no Contexto da Web Semântica: Construção e Uso da Ontologia (MOLOSSI, 2008);
- h) Um Experimento no Uso de Ontologias para Reforço da Aprendizagem em Educação a Distância (PRADO, 2004).

O comparativo auxiliou na escolha de qual ontologia deveria ser estendida e quais as tecnologias deveriam ser utilizadas para isso.

5. Representação da Informação

Fugeri (2006, p. 26) afirma que “[...] a informação deve ser ordenada, estruturada ou contida de alguma forma, senão permanecerá amorfa e inutilizável”. O autor completa

ainda que é preciso que a informação receba um tratamento para ser compreensível aos seres humanos, para isso ela precisa ser representada de uma forma que tenha sentido.

Novellino define Ciência da Informação como uma área especializada na produção, circulação e uso da informação. A autora comenta ainda que o estudo nessa área tem a finalidade principal de possibilitar o estabelecimento de metodologias que viabilizem a transferência de informações. É uma maneira ordenada de estruturar e codificar o conhecimento sobre uma aplicação.

5.1 Principais Formas de Representação da Informação

A representação da informação em OAs é possível com o uso de padrões de metadados na classificação e na consulta por professores e aprendizes. Diversas organizações têm procurado desenvolver especificações que possibilitem a integração entre tipos de conteúdos e sistemas diferentes.

São diversas as formas de representação da informação conhecidas. Dentre as mais conhecidas estão Mapas Conceituais, Tesouros e Metadados.

5.1.1 Mapas Conceituais

Mapas conceituais foram criados por John Novak e são utilizados para descrição e comunicação de conceitos, desde os mais abrangentes até aqueles que não são tão abrangentes.

Almeida e Bax (2003, p. 4) definem que a essência de uma mapa conceitual provém das representações gráficas de conceitos em um domínio específico do conhecimento. Os autores afirmam também que “Os conceitos são conectados por arcos, formando proposições mediante frases simplificadas”.

5.1.2 Tesouros

Cavalcanti (1978, p. 87) define tesouros como “[...] uma lista estruturada de termos associada empregada por analistas de informação e indexadores, para descrever um documento com a desejada especificidade, em nível de entrada e para permitir aos pesquisadores a recuperação da informação”.

Segundo Souza et al (2008) na atualidade tesouros configuram-se como mais que simples listas de sinônimos, se constituindo por dicionários de idéias afins, sem contudo possuírem o caráter definitório dos dicionários.

5.1.3 Metadados

Os metadados para OAs devem possuir informações sobre suas características, facilitando dessa forma o compartilhamento pelas comunidades de interesse e interoperabilidade entre diferentes repositórios (MACHION, 2007).

Os principais padrões de metadados para OAs possuem elementos básicos como título, autor, ano de publicação, entre outros. Podendo possuir características sobre técnicas, direitos autorais, etc. Pode-se citar como um desses padrões IMS, o IEEE, o SCORM e o LOM.

Objetos de aprendizagem são armazenados e desenvolvidos em diferentes lugares da Web, assim as especificações para metadados de OAs permitem reusar os conteúdos em diferentes sistemas de gerenciamentos de aprendizagem (SILVA, 2008).

Nos últimos sete anos houve um grande esforço para a padronização de elementos de metadados de modo a facilitar a busca e recuperação de OAs, e que entre as corporações

que lideram estes esforços, além do *IEEE*, estão também, *Object Metadata Working Group*, *Inv.*, e *Dublin Core Metadata Initiative*.

A proposta apresentada pelo padrão *LOM* visa facilitar a pesquisa, evolução, aquisição e uso de objetos de aprendizagem, seja por aprendizes ou por instrutores.

Segundo o *IEEE*, o modelo de dados *LOM* alcançou um nível de estabilidade e reconhecimento internacional requisitado para a implementação em grande escala de infraestruturas de ambientes de aprendizagem. Ele define elementos de metadados, tais como: Título, Palavra-chave, Classificação, entre outros.

O padrão *Dublin Core* foi criado pela *Dublin Core Metadata Initiative* (DCMI), que incentiva os padrões de metadados trabalhem em conjunto de modo a desenvolver vocabulários de metadados especializados na descrição de recursos para criar sistemas de busca de informação inteligentes. Elementos como: autor, título, identificador, entre outros são utilizados para marcação dos documentos disponíveis na Web.

Criado originalmente para promover a descoberta, identificação e localização de recursos na Web, o formato *Dublin Core* vem ganhando maior destaque na Web devido a sua simplicidade e flexibilidade (ALVES, 2005).

6. Ontologia de Domínio de Objetos de Aprendizagem

Durante esta etapa observou-se que as pesquisas atuais estão direcionadas para a recuperação e representação de OA sem existir uma especificação sobre qual o tipo de OA está sendo representado, devido a isto optou-se por desenvolver uma ontologia para representação de OA de exercícios.

Conforme comparativo realizado no Item 4.4 observou-se que a ontologia apresentada por Araújo (2003) possui ampla abrangência dos itens necessários para a representação de objetos de aprendizagem, por esse motivo optou-se por estender a ontologia do autor para que a mesma estruture detalhadamente OA de exercícios.

Para o desenvolvimento da ontologia de domínio de exercícios foram utilizadas as etapas da metodologia METHONTOLOGY (FERNANDEZ et al, 1997 apud ARAUJO, 2003).

Na etapa de especificação foram definidos qual o motivo e objetivo de uso da ontologia. Esta pesquisa desenvolveu uma ontologia de domínio objetos de aprendizagem de *exercícios*. A ontologia foi desenvolvida para possibilitar a representar e recuperar a informação contida em um exercício.

O nível de formalidade definido é o semi-informal por utilizar-se de linguagem artificial e formalmente definida para a representação.

Foram definidas ainda quais as questões que precisam ser respondidas pela ontologia para a representação e recuperação de um exercício. Foram definidas as seguintes questões:

- a) Qual o conteúdo / disciplina que está relacionado ao exercício?
- b) Qual o recurso de aprendizagem pode ser utilizado em um exercício?
- c) Qual o ambiente de utilização do exercício?
- d) Qual o curso / série do exercício?
- e) Qual o formato do exercício?
- f) Qual o nível de interatividade do exercício?
- g) Qual o tipo da questão do exercício?
- h) O exercício possui material complementar?
- i) O exercício tem resposta / gabarito?
- j) Qual o nível de dificuldade do exercício?

Durante a etapa de conceitualização foi realizada a modelagem das classes, assim como os conceitos e relações necessárias para responder as questões de competência.

A ontologia utilizada como base para esta pesquisa é a ontologia proposta por Araújo (2003). A ontologia proposta pelo autor define material de aprendizagem como um item do conteúdo programático de um determinado módulo de um curso na plataforma COL, o que a torna demasiadamente ampla para a representação e recuperação de exercícios. Para que fosse possível representar um OA de exercícios a principal alteração realizada foi estender a classe *exercício* de modo a atender as questões de competência com características específicas. A ontologia proposta para esta pesquisa foi desenvolvida em OWL.

Para responder a pergunta de quais conteúdos ou disciplinas que podem ser relacionados ao *exercício* foi criado o conceito *ConteudoRelacionado* e utilizado o conceito *Disciplina* já existente. Dessa forma é possível identificar qual o conteúdo de que se trata o exercício, para isso foi adicionada a característica *assunto* a esse conceito e foi criado o relacionamento *conteudoPodeTer* com o conceito *Disciplina*.

Para definir qual o tipo de questão que será utilizado em um exercício, foi utilizado o padrão LOM que atende aos seguintes itens: *Exercício*, *Simulação*, *Questionário*, *Diagrama*, *Figura*, *Gráfico*, *Tabela* e *Experiência*.

Foram adicionados ainda conceitos visando abranger todas as possibilidades de tipos de exercícios. Os novos conceitos adicionados para atender isso foram: *TipoQuestao* que foi subdividido para possibilitar a representação dos diversos tipos de exercícios existentes, para os quais foram criados os seguintes conceitos: *Complementar*, *Tabela*, *PalavrasCruzadas*, *MúltiplaEscolha*, *CertoErrado*, *Dissertativas*, *Associativas* e *Diagrama*.

A representação do ambiente de utilização de um OA, independente dele ser ou não um exercício foi utilizado-se o conceito *Contexto*, com as características *curso*, *grau* e *série*.

O conceito de *MaterialComplementar* foi adicionado para permitir que sejam inseridas informações sobre materiais adicionais que auxiliaram na resolução do exercício. Um *MaterialComplementar* pode ser qualquer OA que auxilie na resolução dos exercícios. Foi criado o relacionamento *matComPodeSer* para definir isso.

O conceito *Resposta* foi adicionado para atender duas situações: quando o exercício possui uma resposta ou quando o exercício é somente a resposta.

Para responder a questão referente ao nível de dificuldade do exercício foi utilizada a mesma característica definida por Araújo (2003): *dificuldade*, que pode ser *Muito Fácil*, *Fácil*, *Médio*, *Difícil* e *Muito Difícil*.

Esses conceitos foram definidos para identificar todas as características de um exercício de forma que o mesmo seja representado e recuperado.

As alterações realizadas na ontologia proposta por Araújo (2003) foram realizadas principalmente no conceito *Objeto* que foi estendida para possibilitar a representação de exercícios. Foram realizadas algumas alterações nas características específicas do conceito *MaterialAprendizagem*, como a substituição da características *contexto* pelo conceito *Contexto* para possibilitar que sejam inseridas informações detalhadas do ambiente de utilização do exercício.

Os novos relacionamentos propostos possibilitaram uma representação ampla de um exercício, tornando possível representar os itens:

- a) qual o tipo do exercício;
- b) se o exercício possui uma resposta;
- c) qual o conteúdo relacionado ao exercício;
- d) se o exercício faz parte de um módulo;
- e) se o exercício possui a resposta;
- f) qual o contexto em que está inserido o exercício.

7. Conclusão

O aumento na diversificação de conteúdos Web tem originado pesquisas para a estruturação e representação deste conteúdo, uma parte destas pesquisas é direcionada para a estruturação de OAs. Estas pesquisas têm como principal preocupação a recuperação e o compartilhamento destes OAs. No entanto, as pesquisas direcionadas para a representação de OAs de exercícios ainda não foi muito explorada.

Esse trabalho apresentou uma proposta ontológica de objetos de aprendizagem de exercícios. Para isso foram pesquisados os principais elementos de domínio de objetos de aprendizagem para exercícios, assim como as tecnologias necessárias para a representação e estruturação destes exercícios a partir da Web Semântica.

A maior dificuldade encontrada foi diferenciar um OA de exercícios de outros, já que um OA pode ser um exercício ou ter um exercício em sua composição. Para solucionar essa situação, foram criadas classes, metadados e relacionamentos específicos para representação e recuperação de OAs de exercícios.

Essa proposta estende uma ontologia de domínio de objetos de aprendizagem para dar significado a materiais de aprendizagem de exercícios. Um modelo ontológico para representação de objetos de aprendizagem de exercícios é o resultado desta pesquisa.

Referências

ALMEIDA, M.B. ; BAX, M.P. **Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção.** Ciência da Informação, Brasília, v.32, n.3, p.7-20, set./dez. 2003.

ALVES, Rachel Cristina Vesú. **WEB SEMÂNTICA: uma análise focada no uso de metadados.** Dissertação. Marília - SP. 2005.

ARAUJO, Moysés de. **Educação a Distância e a Web Semântica: Modelagem Ontológica de Materiais e Objetos de Aprendizagem para Plataforma CoL.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo - SP. 2003.

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

CAVALCANTI, C.R. **Indexação e tesauro: metodologia e técnicas.** Brasília, ABDF, 1978.

FAVERO, Rute Vera Maria ; VICARI, Rosa. M. ; Elaine Harada Teixeira de Oliveira. **Projeto e implementação de Objetos de Aprendizagem.** Anuário ABEDI, 2008.

FURGERI, Sérgio. **Representação de informação e conhecimento: estudo das diferentes abordagens entre a Ciência da Informação e a Ciência da Computação.** 2006. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2006

GRUNIGER, M.; FOX, M.S. **Methodology for the design and evaluation of ontologies.** Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing. Montreal, 1996.

HANDA, Jaime Kenji; SILVA, Jaime Balbino G. **Objetos de Aprendizagem (Learning Objects).** Boletim EAD - Unicamp. 2003. Disponível em:

http://www.ead.unicamp.br:9000/GECON/sites/EAD/index_html?foco2=Publicacoes/. Acesso em: 16 de setembro de 2009.

LEAL, Daniel Vieira; CAMARGO, Ozório Junio Soares; BITENCOURT, Roncalli Daniel C.s.a.. **Seminário sobre Web Semântica: Fontes de Informação e Recuperação da Informação na Web Semântica**. 2008. Disponível em: http://www.uniportal.com.br/modules/download_gallery/dlc.php?file=711. Acesso em: 12 nov. 2009.

LONGMIRE, W. **A Primer On Learning Objects**. American Society for Training & Development. Virginia. USA. 2001.

MACHION, Andréia Cristina Grisolio. **Uso de ontologias e mapas conceituais na descoberta e análise de objetos de aprendizagem: um estudo de caso eletrostática**. 2007. 140 f. Dissertação (Doutorado) - Instituto de Matemática e Estatística, São Paulo, 2007.

MIRANDA, Alex Sandro Santos. **Ontologias: Indexação e recuperação de fotografias baseada na técnica fotográfica e no conteúdo da imagem**. 132 f. Dissertação (Pós-graduação) - Curso de Ciência da Informação, Universidade de Brasília, Brasília, 2007. Disponível em: http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2712. Acesso em: 02 abr. 2009.

MUZIO, J.; HEINS, T.; MUNDELL, R. **Experiences with Reusable eLearning Objects: From Theory to Practice**. Victoria, Canadá. 2001.

NOVELLINO, Taisa C. **Ontologias, Sistemas baseados em Conhecimento e Modelos de Banco de Dados**. Disponível em www.inf.ufrgs.br/~clesio/cmp151/cmp15120021/artigo_taisa.pdf. Acesso em: 6/03/2010.

PRADO, Simone das Graças Domingues. **Um experimento no uso de ontologias para reforço da aprendizagem em Educação a Distância**. Tese de Doutorado. São Paulo – SP, 2004.

SILVA, Roosewelt Lins. **Representação E Agregação De Conteúdos Em Repositório De Objetos De Aprendizagem**. São Luis, 2008. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Maranhão.

TAROUCO, Liane M. R.; FABRE, Marie-Christine J. M.; TAMUSIUNAS, Fabrício R. **Reusabilidade de objetos educacionais**. RENOUE - Revista Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 1-11, fev. 2003. Disponível em: http://www.cinted.ufrgs.br/renote/fev2003/artigos/marie_reusabilidade.pdf. Acesso em: 17 set. 2009.

TEODORO, George. **Proposta para o desenvolvimento de um Repositório de Objetos de Aprendizagem (ROA)** na UFMG e UnC. MG, 2008

WILEY, D. A. **Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy**. In D. A. Wiley (Ed.) *The instructional use of learning objects*. 2001. Disponível em <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>. Acesso em 25 Maio 2009.

W3C. Web Ontology Language (OWL). 2002. Disponível em:
<http://www.w3.org/TR/2002/WD-owl-ref-20021112/>.