



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

ANOTAÇÃO SEMÂNTICA DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM
FUNCIONAIS

SIONISE ROCHA GOMES

Manaus
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

SIONISE ROCHA GOMES

ANOTAÇÃO SEMÂNTICA DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM
FUNCIONAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Informática, área de concentração Inteligência Artificial.

Orientação: Prof. Alberto Nogueira de Castro Júnior
Co-orientação: Bruno de Freitas Gadelha

Manaus
2010

AGRADECIMENTOS

Dizer obrigada é uma maneira tão pequena de mostrar minha gratidão,
Expressar em palavras não é fácil quando os sentimentos vêm do coração.
Um sonho que sozinha não viraria realidade,
Só consegui porque não me faltou amizade!

A todos que me ajudaram nesse mestrado, como agradecê-los?
Meus orientadores, professores, colegas e companheiros,
Ao CNPq e FAPESP, pelas bolsas concedidas,
Dos amigos à família, que entendiam minha vida corrida,
Os que não entenderam e tiveram sua partida.

Olho para trás e vejo que no começo achava que não conseguiria,
Besta fui em não enxergar, que no caminho ajuda não me faltaria.
Rezarei por todos em forma de gratidão,
Insistindo a Deus pela sua unção.
Guardarei cada momento vivido,
Aos momentos alegres e os entristecidos.
De tudo o que nesse mestrado passei,
As amizades e o conhecimento são o que levarei!

*“Só em Deus repousa a minha alma,
porque é dEle que vem o que eu espero”.*
(Salmo 61:6)

RESUMO

Recursos de mídia podem ser usados e/ou reutilizados como materiais de apoio ao educador no processo de ensino e aprendizagem. Alguns desses materiais são ‘inertes’, como por exemplo, imagens, textos e vídeos, outros possibilitam interação entre entidades, sejam elas digitais ou não, como simulações, jogos e outras aplicações. Os recursos do segundo tipo são denominados Objetos de Aprendizagem Funcionais (OAFs). Para que possam ser reutilizados, OAFs precisam ser descritos em metadados, os quais representam tanto os aspectos técnicos do objeto, quanto os pedagógicos. Entretanto, os atuais metadados apresentam-se limitados na descrição de OAFs, principalmente no compartilhamento de experiência docente em relação ao uso do objeto. Essa limitação ocorre pela ausência de elementos e pela ambiguidade no vocabulário utilizado para anotação, dificultando a realização de buscas contextualizadas, e que profissionais do mesmo domínio estabeleçam uma troca comum de informações. Nesse contexto, este trabalho apresenta um metadado que possibilita a descrição de OAFs, enfatizando diferentes experiências de uso por meio da integração de diferentes ontologias de domínio.

Palavras-chave: Objeto de Aprendizagem Funcional; Metadados; Anotação Semântica; Ontologias.

ABSTRACT

Media resources can be used and reused for supporting teaching and learning processes. Some of these resources are non-interactive like images, texts, videos and others enable interaction among entities, digital or not, as simulations, games and other applications. The latter are considered Functional Learning Objects (FLOs). To be reused, FLOs must be described in metadata representing both the technical and the educational aspects of the object. However, current metadata are limited in describing FLOs, especially with respect to share teaching experience in the use of the object. This limitation is caused by absence of elements and ambiguity in the vocabulary used for annotation, making it difficult to carry out context-oriented searches, and for professionals from the same domain to establish information exchange. In this context, this paper presents a metadata for description of FLOs, emphasizing different user experiences through integration of different domain ontologies.

Key-words: *Functional Learning Object; Metadata; Semantic Annotation; Ontologies.*

SUMÁRIO

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 | Objetivo | 2 |
| 1.1.1 | Objetivos Específicos | 2 |
| 1.2 | Motivação | 3 |
| 1.3 | Justificativa | 3 |
| 1.4 | Método de Pesquisa | 4 |
| 1.5 | Organização da Dissertação | 5 |
| 2 | OBJETOS DE APRENDIZAGEM | 7 |
| 2.1 | Discussão Conceitual | 7 |
| 2.1.1 | Objetos de Aprendizagem Funcionais | 13 |
| 2.1.1.1 | Classificação dos Objetos de Aprendizagem Funcionais | 15 |
| 2.2 | Características dos Objetos de Aprendizagem | 16 |
| 2.3 | Exemplos de Objetos de Aprendizagem | 17 |
| 2.3.1 | E-Giz | 17 |
| 2.3.2 | Hackerteen Prototype | 18 |
| 2.3.3 | Microorganismo | 18 |
| 2.3.4 | Zorelha | 19 |
| 2.3.5 | Simulação de Química | 20 |
| 2.3.6 | Ambiente de Aprendizagem para Matemática | 21 |
| 2.3.7 | Brain Genius | 21 |
| 3 | METADADOS, ONTOLOGIAS e ANOTAÇÕES SEMÂNTICAS | 23 |
| 3.1 | Metadados | 23 |
| 3.1.1 | Metadados para Objetos de Aprendizagem | 25 |
| 3.1.1.1 | Dublin Core Metadata Initiative (DC) | 26 |
| 3.1.1.2 | Learning Object Metadata (LOM) | 26 |
| 3.1.1.3 | Perfis de Aplicação e Outras Propostas | 27 |
| 3.1.1.4 | Metadado para Objetos de Aprendizagem Funcional (MOAF) | 33 |
| 3.2 | Ontologias | 36 |
| 3.2.1 | Ontologias de Domínio | 37 |
| 3.2.2 | Exemplos de Ontologias de Domínio | 38 |

| | | |
|---------|--|----|
| 3.3 | Anotação Semântica | 40 |
| 3.3.1 | Ferramentas de Anotação Semântica..... | 40 |
| 3.3.1.1 | Semantic Web Annotation Framework..... | 42 |
| 4 | COMPARTILHAMENTO DE EXPERIÊNCIA DOCENTE..... | 45 |
| 4.1 | Compartilhamento de Experiência Docente | 45 |
| 4.2 | Trabalhos Relacionados | 46 |
| 5 | METADADO PARA OBJETOS DE APRENDIZAGEM FUNCIONAIS | 50 |
| 5.1 | Elicitação de Requisitos | 50 |
| 5.1.1 | Teste de Adequação..... | 50 |
| 5.1.2 | Estudo de caso | 51 |
| 5.1.2.1 | Usando Objetos de Aprendizagem Funcionais | 52 |
| 5.1.2.2 | Construindo Objetos de Aprendizagem Funcionais | 53 |
| 5.1.2.3 | Descrevendo OAFs | 55 |
| 5.1.3 | Prova de Conceito..... | 56 |
| 5.2 | Limitações dos Metadados na Descrição de OAFs..... | 57 |
| 5.3 | Modificações do MOAF | 60 |
| 5.3.1 | Ontologias de Domínio no MOAF | 61 |
| 5.3.2 | Experiência Docente no MOAF | 63 |
| 6 | IMPLEMENTANDO O “MOAF 2.0” EM UM REPOSITÓRIO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM FUNCIONAIS | 66 |
| 6.1 | Flocos..... | 66 |
| 6.1.1 | Modificações do FLOCOS | 68 |
| 6.1.1.1 | Cadastro de Usuários | 68 |
| 6.1.1.2 | Cadastro de OAFs..... | 69 |
| 6.1.1.3 | Busca e Lista dos OAFs..... | 70 |
| 6.1.1.4 | Cadastro de Ontologias | 70 |
| 6.1.1.5 | Busca e Lista das Ontologias | 71 |
| 6.1.1.6 | Relato de Uso de OAFs | 72 |
| 6.1.2 | Flocos com Anotação Semântica..... | 73 |
| 6.2 | Descrevendo Usos de um Objeto de Aprendizagem Funcional..... | 76 |
| 7 | CONCLUSÃO | 80 |
| 7.1 | Contribuições | 83 |
| 7.2 | Trabalhos Futuros | 83 |

| | |
|---|----|
| REFERÊNCIAS | 85 |
| LEITURAS COMPLEMENTARES | 93 |
| PUBLICAÇÕES | 94 |
| APÊNDICE A: Estrutura do Moaf 2.0 | 1 |
| APÊNDICE B: XML Schema da estrutura do MOAF | 17 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Objeto Inteligente de Aprendizagem. Fonte: Gomes (2004) | 11 |
| Figura 2. Objeto Jogo. Fonte: Teixeira <i>et. al.</i> (2007) | 12 |
| Figura 3. Representação dos Conceitos de OAs. Fonte: Gomes <i>et.al.</i> (2009)..... | 14 |
| Figura 4. E-Giz | 17 |
| Figura 5. Tela Principal do <i>Hackerteen</i> | 18 |
| Figura 6. Atividade no Microorganismo | 19 |
| Figura 7. Zorelha | 19 |
| Figura 8. Simulação Tem Álcool na Gasolina..... | 20 |
| Figura 9. Ambiente de Aprendizagem de Matemática. Fonte: Wilges (2006)..... | 21 |
| Figura 10. Brain Genius | 22 |
| Figura 11. Ontologia Bloc-Eco..... | 38 |
| Figura 12. Ontologia OntoMúsica | 39 |
| Figura 13. Ontologia Nanociência e Nanotecnologia..... | 39 |
| Figura 14. Visão Geral do Método do SWA. Fonte Neto (2009)..... | 42 |
| Figura 15. Anotação no ExperiWik. Fonte: Gonçalves (2008) | 47 |
| Figura 16. Comentários de um OA no ROA Merlot | 49 |
| Figura 17. Representação visual das categorias do MOAF..... | 61 |
| Figura 18. Representação visual da categoria Dados Educacionais | 63 |
| Figura 19. Página Inicial do FLOCOS | 69 |
| Figura 20. Tela de Cadastro do FLOCOS | 69 |
| Figura 21. Tela de Cadastro de Ontologias no FLOCOS | 71 |
| Figura 22. Listagem das Ontologias no FLOCOS..... | 72 |
| Figura 23. Parte da Tela de Criação de Relato de Uso do FLOCOS..... | 73 |
| Figura 24. Tela de Cadastro de Anotação Semântica do FLOCOS..... | 75 |
| Figura 25. Tela de Edição do Dados Educacionais no FLOCOS | 76 |
| Figura 26. Estrutura dos Dados Educacionais | 77 |
| Figura 27. Anotação Semântica do Relato de Uso | 78 |
| Figura 28. Estrutura do Domínio..... | 79 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------|--|
| ARIADNE | <i>Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe</i> |
| ANZ-LOM | <i>Australia, New Zealand Learning Object Metadata</i> |
| CanCore | <i>Canadian Core Learning Resource Metadata Application Profile</i> |
| CELTS | <i>Chinese E-learning Technology Standard</i> |
| CESTA | Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem |
| DC | <i>Dublin Core Metadata Initiative</i> |
| DMM | <i>Dynamic Multimedia Metadata</i> |
| EdNA | <i>Education Network of Australia</i> |
| FAILTE | <i>Facilitating Access to Information on Learning Technology for Engineers</i> |
| FLOCOS | <i>Functional Learning Objects Collaborative System</i> |
| GEM | <i>The Gateway to Educational Materials</i> |
| HTML | <i>Hypertext Markup Language</i> |
| ILO | Objeto Inteligente de Aprendizagem |
| IMS | <i>Instructional Management System</i> |
| KPS | <i>Knowledge Pool System</i> |
| LOM | <i>Learning Object Metadata</i> |
| LMS | <i>Learning Management System</i> |
| MOAF | Metadado para Objetos de Aprendizagem Funcionais |
| M-LOM | <i>Museum Learning Object Metadata</i> |
| OA | Objeto de Aprendizagem |
| OAF | Objeto de Aprendizagem Funcional |
| OWL | <i>Web Ontology Language</i> |
| SCORM | <i>Sharable Content Object Reference Model</i> |
| SMAs | Sistemas Multiagentes |
| SWA | <i>Semantic Web Annotation Framework</i> |
| Sing-CORE | <i>Singapore's Meta-data Schema for Labeling Digital Learning Resources</i> |

| | |
|--------|---|
| RDF | <i>Resource Description Framework</i> |
| ROA | Repositório de Objetos de Aprendizagem |
| TVDI | Televisão Digital Interativa |
| XML | <i>Extensible Markup Language</i> |
| UK LOM | <i>United Kingdom Learning Object Metadata Core</i> |
| WAP | <i>Wireless Application Protocol</i> |
| W3C | <i>World Wide Web Consortium</i> |

1 INTRODUÇÃO

Preocupados em garantir uma boa qualidade nas atividades relacionadas à educação, instituições educacionais e grupos de pesquisa estão investindo em novas ferramentas para apoiar a aprendizagem, o que torna imprescindível pensar em soluções que minimizem esforço (implementacional, por exemplo), favoreçam a reusabilidade e permitam adaptações a situações particulares, características possíveis de serem atendidas com a adoção do conceito de *Objetos de Aprendizagem* (OA).

Na literatura há uma diversidade de termos e definições sobre OAs, sendo utilizado para propósito deste trabalho o conceito dado por GOMES (*et. al.* 2005): *Objetos de Aprendizagem Funcionais* (OAFs), que são artefatos computacionais cuja funcionalidade deve possibilitar interação entre entidades, sejam elas digitais ou não, podendo ser utilizados e/ou reutilizados na mediação do processo de ensino de aprendizagem. Este conceito é uma subclasse do conceito de OAs, destacando os artefatos de *software* reutilizáveis em fins educacionais.

Para que os OAs possam ser reutilizáveis, eles precisam ser descritos em *metadados*, que sucintamente podem ser definidos como dados que descrevem um recurso. Existem diversas iniciativas de metadados para descrição de OAs, entretanto, estes ainda são limitados quanto ao compartilhamento de experiência docente em relação ao uso do objeto. Essa limitação ocorre pela ausência de elementos que descrevam adequadamente a experiência. A ausência de um vocabulário estruturado pode causar ambiguidades e problemas semânticos, dificultando a realização de buscas contextualizadas e que profissionais da mesma área estabeleçam uma troca comum de informações.

Acredita-se que essas questões semânticas possam ser solucionadas por meio do uso de *ontologias de domínio* que, segundo Breitman (2005), são ontologias que podem possuir

conceitos reutilizados dentro de um domínio específico (biologia, direito, etc.). A ideia é permitir que se integrem ao metadado diferentes ontologias de domínio que poderão ser modificadas de acordo com o contexto no qual o objeto foi aplicado. Por exemplo, se ao descrever um OAF voltado para um curso de biologia, ele for reutilizado para um curso de medicina, possivelmente a ontologia de domínio que antes era biológica poderá ter a necessidade de agora ser descrita por uma ontologia da área médica. Para que isso aconteça, um conjunto de ações em torno de um objetivo central deve ser desenvolvido, conforme descrito nas seções seguintes.

1.1 OBJETIVO

Definir um método para o registro de experiências de uso dos Objetos de Aprendizagem Funcionais em metadados, por meio de um vocabulário comum ao domínio e contexto desse uso.

1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Analisar as descrições de OAFs nos metadados com objetivo educacional;
- b) Adaptar o Metadado para Objetos de Aprendizagem Funcionais a partir das limitações percebidas nas descrições dos OAFs, e permitir que o mesmo represente diferentes experiências de uso;

1.2 MOTIVAÇÃO

O elemento motivador deste trabalho é o uso da tecnologia relevante para promover melhorias na qualidade de ensino. Existem diversos recursos educacionais que podem auxiliar o professor no processo de ensino-aprendizagem e diversas maneiras de registrar esses recursos. Entretanto, como será visto adiante neste trabalho, essas anotações são limitadas na descrição de artefatos de *software* reutilizáveis em fins educacionais, os chamados Objetos de Aprendizagem Funcionais.

Outro fator relevante e motivador é a necessidade de agregar relatos de experiência por parte dos educadores em um único registro (metadado), garantindo que essas diferentes experiências, pontos de vista, uso, ambientes, sobre um objeto possam ser descritas semanticamente.

1.3 JUSTIFICATIVA

Apesar das inúmeras propostas de metadados para OAs, os mesmos não contemplam uma descrição adequada para objetos com características de *software*. Além disso, nos metadados atuais é possível ocorrer problemas de ambiguidades na descrição de experiência uso do objeto por parte do professor.

A literatura relacionada inclui trabalhos como Quinton (2002), Longmire (2001), Downes (2001), e Araujo (2003) que apresentam estudos e propostas no uso de ontologias para OAs, evidenciando a potencialidade do uso de ontologias na descrição semântica de OAs.

1.4 MÉTODO DE PESQUISA

Após a etapa de levantamento bibliográfico, envolvendo especialmente OAs (padrões, organização e uso), metadados, estratégias de anotação, e representação por meio de ontologias, foram realizadas as seguintes atividades a fim de atingir o objetivo proposto:

1. Estudo de caso com alunos de graduação e pós-graduação do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal do Amazonas com a finalidade de observar a utilização, potencialidades de reuso, desenvolvimento e descrição de OAFs.
2. Levantamento de características e instâncias de OAFs formando um conjunto referencial para uso nas etapas seguintes.
3. Análise dos atuais padrões de metadados e aplicações de perfis na descrição de OAFs. Essa análise foi realizada a partir dos metadados gerados na etapa 1, e na descrição das instâncias de objetos da etapa 2.
4. Investigação de ontologias e concepção de um esquema de uso de ontologias de domínio para a representação dos diferentes domínios e contextos de aplicação do objeto.
5. Reconstrução, a partir das etapas 3 e 4, do MOAF incorporando novas características que atendam ao objetivo deste trabalho. Este metadado foi desenvolvido no *Schema XML*.
6. Adaptação do repositório *Functional Learning Objects Collaborative System* (FLOCOS), apresentado em Gadelha *et.al.* (2008), com a nova estrutura de metadados, integrando a ele uma ferramenta de anotação semântica para o compartilhamento de experiências docentes.
7. Utilização do FLOCOS em um registro assistido, além da instanciação dos OAFs definidos na etapa 2: inserção em repositório de OAs, de instâncias retratando

situações reais, utilizando a estrutura e os mecanismos de representação do novo MOAF.

1.5 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho está estruturado em sete capítulos. Os capítulos 2 e 3 apresentam uma revisão bibliográfica, abordando os conceitos necessários para a fundamentação e desenvolvimento desta investigação.

No Capítulo 2, ocorre a conceitualização dos Objetos de Aprendizagem e apresenta-se uma classe de objetos que compõe um conjunto referencial para validação da proposta.

No Capítulo 3 são abordados os padrões de metadados que descrevem recursos educacionais, as limitações identificadas na descrição de uma categoria específica de objetos, denominada de Objetos de Aprendizagem Funcionais (OAF). Também são abordadas nesse capítulo, as definições acerca de ontologias, ontologias de domínio, exemplos de ontologias de domínio e, por fim, a conceitualização de anotação semântica e os tipos de ferramentas e/ou métodos para essas anotações.

O Capítulo 4 discute a necessidade de compartilhamento de experiência entre docentes e apresenta trabalhos relacionados ao proposto neste trabalho.

Uma nova versão do Metadado para Objetos de Aprendizagem Funcionais, denominado neste trabalho de “MOAF 2.0”, é descrita no Capítulo 5, que apresenta a estrutura do metadado desenvolvido para descrição da experiência de uso de um objeto aplicado em um determinado contexto.

No Capítulo 6, o metadado proposto é implementado em um repositório de objetos, a fim de exemplificar a viabilidade da proposta. São apresentadas as adaptações feitas no repositório FLOCOS com a ferramenta *Semantic Web Annotation*, para anotação semântica da

experiência docente no uso de um OAF, e um exemplo prático de anotação de um OAF por meio do metadado, utilizando-se o FLOCOS.

No Capítulo 7 são expostas as conclusões do estudo com relação aos objetivos propostos e a temática escolhida, explicitando as contribuições e dificuldades obtidas sobre cada uma das etapas da pesquisa realizada, bem como os trabalhos futuros.

Após as referências, são apresentadas como apêndices, informações detalhadas do metadado proposto, um mapeamento dos elementos do MOAF 2.0 para o LOM e DC, e por fim o *Schema XML* do metadado.

2 OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Este capítulo apresenta um estudo das definições, características e exemplos de Objetos de Aprendizagem (OAs). Na primeira seção são apresentados os diversos conceitos e termos acerca dos OAs, destacando-se entre eles, os Objetos de Aprendizagem Funcionais (OAFs), conceito usado nesta dissertação.

A segunda seção apresenta um levantamento das características comuns entre as definições de OAs.

A terceira, finalmente, apresenta alguns exemplos de OAs com características representativas, formando um conjunto referencial para uso nas próximas etapas (análise das limitações dos atuais metadados e validação da proposta).

2.1 DISCUSSÃO CONCEITUAL

A definição de Objetos de Aprendizagem ainda é muito discutida e apesar das inúmeras propostas e iniciativas que surgem como aperfeiçoamento da definição, ainda não há um consenso entre os autores, existindo na literatura diferenciados termos, significados e posicionamentos em torno da sua aplicação pedagógica e tecnológica, o que torna necessário, para uma melhor compreensão sobre os OAs, um estudo nessa diversidade de conceitos.

Uma das primeiras iniciativas referentes à definição de Objetos de Aprendizagem, e a mais clássica é a que, segundo IEEE (2002) define OAs como “*qualquer entidade digital ou não digital que possa ser usada, reutilizada ou referenciada durante o uso de tecnologias que suportem o ensino*”. Como exemplos desses objetos têm-se conteúdos instrucionais, *software* instrucional, pessoas, organizações ou eventos referenciados durante o uso da tecnologia de suporte ao ensino.

Outra definição clássica ocorre em Wiley (2000), cuja principal ideia de OA é permitir aos *designers* instrucionais a construção de pequenos componentes instrucionais que podem ser reutilizadas em diferentes contextos de aprendizagem, no espírito da programação orientada a objetos. Esta ideia possibilita que os materiais de aprendizagem tornem-se mais estruturados, organizados e que possam ser disponibilizados na Web em vários formatos.

Wiley (1999), inicialmente, usou como analogia para ilustrar esta ideia, a comparação de OAs com peças LEGO®, com as quais se possam construir outros objetos que, por sua vez, também, podem ser usados como peças de uma montagem maior e assim sucessivamente. Porém, o autor admite que algumas características associadas aos blocos LEGO®, como a possibilidade de serem montados de qualquer maneira e a percepção de que a montagem de blocos são simples até para crianças, não condizem com as características dos OAs. Assim, Wiley (2000) sugere a estrutura atômica como uma metáfora mais adequada para os OAs, isto porque um átomo é uma “coisa” pequena que pode ser combinada e recombinada para compor “coisas” grandes. Esta analogia é a mesma utilizada pelos blocos LEGO®, entretanto difere-se porque nem todos os átomos podem ser recombinados, sendo montados apenas em determinadas estruturas prescritas por sua própria estrutura interna, onde é necessário conhecimento para manipulá-los.

Em contraste à definição do IEEE (2002), que inclui entidades não digitais em sua definição, Sosteric e Hesemeier (2002) afirmam que todos os trabalhos feitos na área de OAs referem-se a objetos digitais, não existindo a necessidade de incluir ao conceito o universo de objetos reais. Por exemplo, uma flor em sua forma física, mesmo que possa ser utilizada em diversas disciplinas, não pode ser armazenada em um repositório de OAs, mas uma foto desta, ou seja, um arquivo digital, sim. Desta forma, o autor define um OA como um arquivo digital (imagem, filme, etc.) utilizado para fins pedagógicos que incluem, internamente ou por meio de associações, sugestões sobre o contexto apropriado para a sua utilização. Segundo o autor,

esta definição é incompleta, mas é um ponto de partida para uma definição real dos OAs. Destaca, ainda, a observação quanto ao termo “objeto” utilizado em “Objeto de Aprendizagem” e “objeto-orientado” que são homólogos, ou seja, nesse contexto a palavra “objeto” possui uma significação diferente, apesar de QUINN (2000) e Willey (2000) usarem a ideia da programação orientada a objeto para definir os OAs.

Segundo o projeto *Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe*, ARIADNE (2009), OAs são definidos simplesmente como “documentos pedagógicos”. No *Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching* (MERLOT 2009), OAs é qualquer objeto que ajude o estudante a realizar a aprendizagem em um curso. Esses recursos podem ser acessíveis *online* por outros professores de modo que os objetos possam ser trocados, reutilizados e adaptados para satisfazer as necessidades dos alunos e os objetivos de seu currículo.

Em RIVED (2009), um OA é qualquer recurso que possa ser reutilizado para dar suporte ao aprendizado. Sua principal ideia é “quebrar” o conteúdo educacional disciplinar em pequenos trechos que possam ser reutilizados em vários ambientes de aprendizagem. Qualquer material eletrônico que contenha informações para a construção de conhecimento, pode ser considerado um OA, seja essa informação em modo imagem, uma página HTML, uma animação ou simulação.

Outro conceito que enfatiza em sua definição a *reusabilidade* é dado por Mohan (2003): “*um OA é um recurso digital que facilita um objetivo de aprendizagem simples e que pode ser reutilizado em diferentes contextos*”.

Para Guillermo *et. al.* (2005) *apud* Pessoa e Benitti (2008), os OAs são elementos de uma nova metodologia de ensino e aprendizagem baseada no uso do computador e da Internet. É uma tecnologia que abre caminhos na educação a distância, e como material de

apoio à aula presencial tradicional, traz inovações e soluções que podem beneficiar a todos os envolvidos no processo de ensino aprendizagem.

No contexto de cursos *online*, Pessoa e Benitti (2008) definem OAs como diversos blocos modulares, possivelmente criados por autores diferentes, visando à *interoperabilidade* das plataformas, e que possam ser agrupados de diversas maneiras, formando unidades coerentes. ASTD (2002) cita que em nível mais básico, um OA é um pedaço de conteúdo que é menor que um curso. Porém, os autores admitem que OAs sejam muito mais complexos em sua definição.

Além da utilização do termo “Objetos de Aprendizagem” outros são utilizados para a mesma definição, como citados em Gibbons *et. al.* (2000): Objeto Instrucional (*Instructional Object*), Objeto Educacional (*Educational Object*), Objeto de Conhecimento (*Knowledge Object*), de Dados (*Data Object*), de Informação (*Information Object*) Recursos de Aprendizagem (*Learning Resource*), Unidade de Aprendizagem (*Learning Unit*), Unidade de Estudo (*Study Unit*).

Há, ainda, outros termos que surgem a partir da definição de OAs. South e Monson (2000) propõem o conceito de *Objeto de Mídia (Media Object)*, que é utilizado para propósitos instrucionais. Estes objetos vão desde mapas e gráficos até demonstrações em vídeo e simulações interativas.

Por sua vez, Gomes *et. al.* (2004) utiliza o termo *Objeto Inteligente de Aprendizagem (Intelligent Learning Objects)* que é uma convergência entre as tecnologias de Objetos de Aprendizagem e de Sistemas Multiagentes (SMAs). O autor acredita que um OA dotado de características de agentes, tais como autonomia, conhecimento sobre si próprio, sociabilidade e objetivos, pode ser pedagogicamente mais útil do que é atualmente, consistindo, portanto, em um Objeto Inteligente de Aprendizagem (ILO). Operacionalmente, um ILO é um agente que pode gerar experiências de aprendizagem mantendo as características inerentes aos OAs,

tais como: modularidade, interoperabilidade, capacidade de ser descoberto e reusabilidade. A Figura 1 apresenta uma diagramação desta integração.

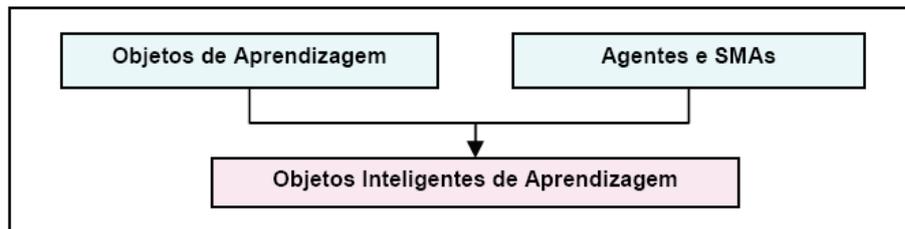


Figura 1. Objeto Inteligente de Aprendizagem. Fonte: Gomes (2004)

Um conceito semelhante aos ILOs é dado em Abdulmotaleb *et. al.* (2000) que usa o conceito de *Objetos de Aprendizagem Espertos (Smart Learning Objects)*, pois acreditam que os OAs podem mudar seu comportamento como, também, se adaptarem de acordo com a definição de seus parâmetros tornando-os, de certo modo, “inteligentes”. Os Objetos de Aprendizagem Espertos (OEs) são criados como “pedaços” independentes de conteúdo que proporciona uma experiência educacional com alguma finalidade pedagógica. Esses pedaços de conteúdo podem ser interativos (por exemplo, simulação) ou passivos (por exemplo, animação simples), e de qualquer formato ou tipo de mídia.

Observa-se que o conceito de OEs se diferencia do conceito de ILOs, pois, no primeiro, a adaptação desses objetos é limitada à passagem de parâmetros e chamadas de métodos. Por outro lado, os ILOs, de acordo com o conhecimento que possuem de si mesmo, e do ambiente no qual estão inseridos, modificam suas funcionalidades e comportamento.

A partir do conceito de jogos de aprendizagem e OAs, Teixeira *et. al.* (2007) sugere o conceito de *Objeto Jogo (OJ)*, cujo propósito é disponibilizar ao aluno recursos que ofereçam maior ludicidade e dinamismo ao processo de aprendizagem com o uso do computador. Assim, um OJ é todo OA formado por um jogo. Podendo ser: OJ simples, quando este possui um único jogo, ou um OJ composto, quando possui outros elementos agregados a ele (texto, imagem, som, vídeo, outros jogos, etc.). Os elementos agregados a um OJ composto podem

integrar uma atividade de aprendizagem (AA) que proporcione um contexto de uso pedagógico para o referido objeto. Por exemplo, jogos onde o aumento da pontuação durante a partida está associado ao ganho de algum tipo de bônus que favorecerá alguma etapa da atividade. A seguir, a Figura 2 ilustra o conceito de OJ e sua relação com as AAs.

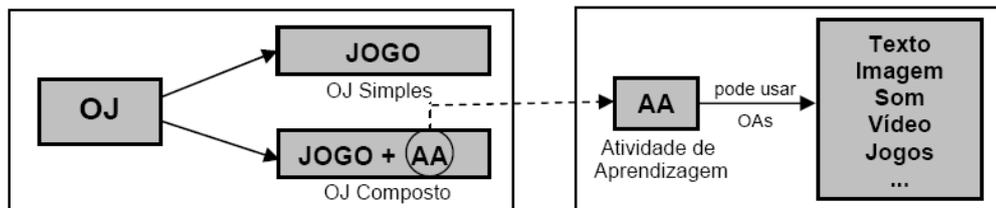


Figura 2. Objeto Jogo. Fonte: Teixeira *et. al.* (2007)

Existem também definições de OAs referentes a laboratórios virtuais e laboratório de acesso remoto. Para laboratórios de acesso remoto, o conceito utilizado é o de *Objeto de Aprendizagem Real* (OAR) Fretz *et. al.* (2008). Nestes, os experimentos são executados com equipamentos e instrumentos de um laboratório real, conforme Lopes (2005) *apud* Fretz *et. al.* (2008). O aluno manipula e controla, à distância, os equipamentos por intermédio de um *software* de controle.

Já os laboratórios de acesso virtual são definidos por Fretz *et. al.* (2008) como *Objeto de Aprendizagem Virtual* (OAV), que são programas que simulam instrumentos ou experiências laboratoriais, sendo obtidos da Internet e instalados localmente, ou ainda, de uso *online*. Em relação aos OAVs, todas as experiências são previamente programadas para serem executadas do mesmo modo, e os resultados serão sempre os mesmos.

Inserido no panorama de conceitos sobre OAs, Gomes *et. al.* (2005) apresentou os *Objetos de Aprendizagem Funcionais* restringindo o conceito para OAs interativos e com características de *software*. Por ser o foco de estudo dessa dissertação, este conceito será apresentado em maiores detalhes na próxima seção.

2.1.1 OBJETOS DE APRENDIZAGEM FUNCIONAIS

Como visto anteriormente, a definição do consórcio IEEE (2002) é de pouco uso prático, pois possibilita que *qualquer* material seja considerado um OA, bastando para isso ser utilizado em processo educacional com suporte tecnológico. Provavelmente, o objetivo era apresentá-lo como novo paradigma sem limitá-lo.

Diante dessa generalização, outros autores como Sosteric e Hesemeier (2000) e Wiley (2000) limitam a definição apenas a recursos digitais. Entretanto, o conceito ainda continua amplo, agregando à sua compreensão tanto objetos ‘inertes’, quanto aplicações interativas.

Quando utilizados no processo ensino-aprendizagem, artefatos de *software* podem ser considerados OAs, como por exemplo, aplicações *applet* Java, *Webservices*, aplicações Web, componentes de *software*, agentes de *software*, entre outros. Todos esses atendem a uma característica fundamental do *software* que é a questão da *interatividade*, que, em termos simples, pode-se dizer que ocorre quando a ação de uma entidade desencadeia uma reação em outra entidade, seja ela digital ou não, podendo acontecer entre:

- a) *Humano-máquina*: a interação ocorre entre um agente humano e outro automatizado. Exemplo: o uso de um simulador de equações matemáticas;
- b) *Humano-humano*: enfoca as facilidades de comunicação entre pessoas por meio de um sistema computacional, no qual o computador é visto apenas como dispositivo mediador da interação. Exemplo: interação de participantes de uma sala de bate-papo (*chat*);
- c) *Máquina-máquina*: ocorre entre agentes automatizados (*software*) sem a participação de um agente humano. Exemplo: integração de uma sala de bate-papo virtual com uma aplicação visual que simula um quadro branco (*whiteboard*).

Verificando-se a importância em avaliar os artefatos de *software* como OAs Gomes *et. al.* (2005) propôs o conceito de Objetos de Aprendizagem Funcionais (OAFs) que são

artefatos computacionais cuja funcionalidade deve possibilitar a interação entre entidades, sejam elas digitais ou não, podendo ser utilizados e/ou reutilizados na mediação do processo de ensino-aprendizagem.

Nesse conceito, agregam-se considerações feitas anteriormente como: Objetos Espertos (OE), Objetos Inteligentes (ILO), Objeto Jogo (OJ), Objeto de Aprendizagem Virtual (OAV), Objeto de Aprendizagem Real (OAR). Essas associações entre conceitos são representadas na Figura 3.

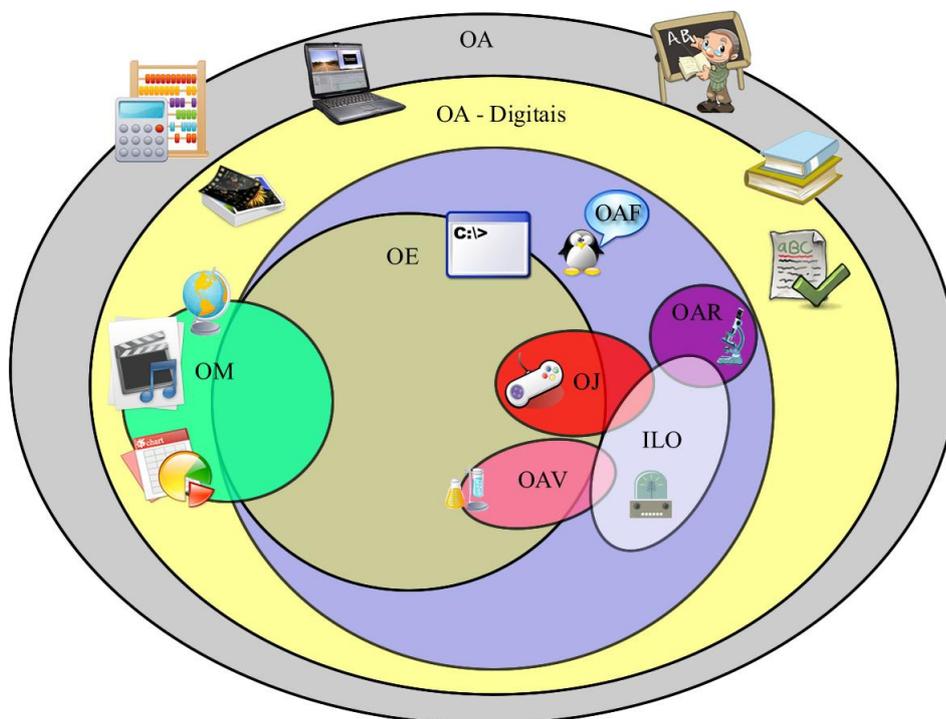


Figura 3. Representação dos Conceitos de OAs. Fonte: Gomes *et.al.* (2009)

Esses objetos além do uso em Web, também podem ser utilizados em outros ambientes, tais como celular, assistentes pessoais digitais (PDAs), Televisão Digital Interativa (TVDI) e outros. Gadelha *et. al.* (2007) apresenta o conceito de *OAF-TV* classificando aplicações educacionais interativas para TVDI. Exemplos de OAFs são *chats*, fóruns, repositório de arquivos, simulações, jogos. De um modo geral, qualquer artefato de *software* que possa ser usado nos processos de ensino e aprendizagem, mesmo que não tenha sido concebido para tal objetivo.

2.1.1.1 Classificação dos Objetos de Aprendizagem Funcionais

Com o intuito de se ter um conjunto referencial para uma posterior instanciação e definição do metadado proposto neste trabalho, algumas características representativas foram selecionadas, independente das referências conceituais pertencentes aos OAFs.

Tais características foram selecionadas a partir da análise das diversas classificações de OAs encontradas na literatura, tanto as referentes aos aspectos pedagógicos quanto aos tecnológicos, como em Battistella *et. al.* (2009), Wiley (2000), IEEE (2002), Pedroni (2006). Os elementos foram avaliados de acordo com as propriedades encontradas nos OAFs. Para esta avaliação tomou-se como referência os objetos pesquisados e construídos no experimento relatado em Gomes *et. al.* (2009).

Deste modo, os OAFs classificam-se quanto a:

- a) Meio de acesso: Internet (Web, Wap) TV (TVD, TVDI), Desktop.
- b) Mídia: texto, imagem, áudio, vídeo, *software*.
- c) Tipo de licença: gratuito, gratuito pra teste, comercializado.
- d) Acessibilidade: visual, auditiva, fala, física, cognitiva, neurológica. Esses valores tiveram como base as recomendações da W3C (2004).
- e) Objetivo educacional: avaliativo (Fornecem uma opinião sobre a aprendizagem do usuário. Exemplos: questionários) e exploratório (Possibilitam alterar o estado do objeto para obter novas saídas e informações. Exemplos: jogos, simulações, mapas conceituais). Esses valores tiveram como base Battistella *et. al.* (2009).
- f) Quantidade de participantes: individual ou grupo.
- g) Interatividade: simulação, jogo, realidade virtual. Lembrando que por ser um OAF necessariamente deve possuir interação, mesmo que limitada.

2.2 CARACTERÍSTICAS DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM

A diversidade de conceitos referentes aos OAs resulta em um conjunto extenso de particularidades e elementos que o compõe. No entanto, algumas características são comuns aos OAs, ou ao menos, espera-se que um OA possua tais requisitos, citadas em SCORM (2004):

- a) *Acessibilidade*: é a capacidade em localizar e possuir acesso a componentes instrucionais.
- b) *Adaptabilidade*: é a habilidade de serem adaptáveis às necessidades de indivíduo e organizações.
- c) *Durabilidade*: é a capacidade de resistir à evolução tecnológica e mudanças sem a necessidade de refazer o design, a configuração ou o código.
- d) *Interoperabilidade*: é a capacidade de um componente que foi desenvolvido em uma determinada plataforma ou ferramenta se comunicar com outro componente, independentemente das diferenças entre ferramentas e plataforma.
- e) *Reusabilidade*: é a capacidade de usar componentes instrucionais em múltiplas aplicações e contextos.
- f) *Acessibilidade econômica*: habilidade em aumentar a eficiência e produtividade reduzindo o tempo e custos envolvidos no desenvolvimento.

O meio de viabilizar tais características é a descrição detalhada do objeto em um padrão de *metadado*, tornando-se, assim, mais uma característica comum aos OAs.

2.3 EXEMPLOS DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Para prospecção, análise e validação da anotação proposta nesta dissertação, um conjunto de objetos foram selecionados a partir das definições presentes no conceito de OAFs e das características representativas citadas na subseção 2.1.1.1.

2.3.1 E-GIZ

E-Giz, conforme Macedo *et. al.* (2004), é um *chat* que agrega funcionalidades de um quadro branco (*whiteboard*) concebido segundo os conceitos de OA. O *chat* possibilita a comunicação síncrona entre os participantes do grupo, e auxiliado pelo *whiteboard*, possibilita a discussão sobre um determinado objeto mediante sua visualização e edição. Possibilita ainda, a configuração de diversos aspectos do objeto, como a cor do pincel utilizado no *whiteboard*, e o tamanho da fonte utilizado no *chat*. A Figura 4 apresenta uma tela em que os participantes discutem um assunto utilizando uma imagem no *whiteboard*.

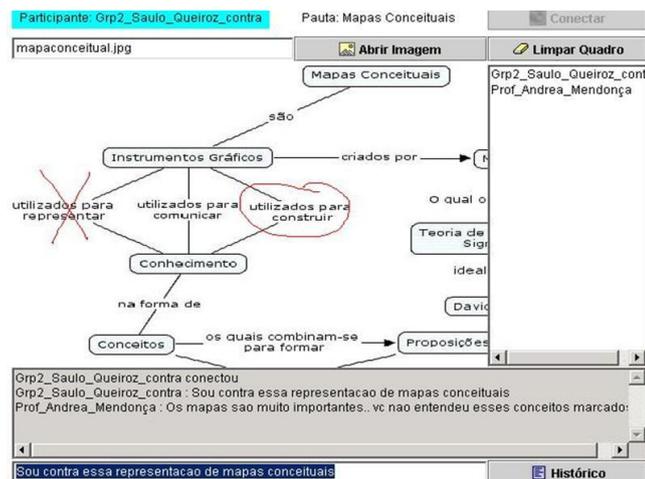


Figura 4. E-Giz

Por ser um *software* que promove o ensino e a aprendizagem de maneira interativa, permitindo a reutilização em diferentes contextos e em qualquer ambiente de apoio a comunidades virtuais, não importando a linguagem em que o mesmo foi escrito, ou o servidor

Web utilizado, este objeto se classifica conceitualmente como um Objeto de Aprendizagem Funcional.

2.3.2 HACKERTEEN PROTOTYPE

Hackerteen Prototype, conforme Clube NCL (2009), é uma aplicação *t-learning* para TV digital interativa que exercita o raciocínio lógico e matemático. O jogo é uma disputa representada por um jogo de cartas entre o herói Yago, controlado pelo telespectador, e o vilão Impius, controlado pelo conversor digital. Suas características possibilitam classificá-lo conceitualmente como um Objeto Jogo e OAF-TV. Na Figura 5 é mostrada uma tela do jogo.



Figura 5. Tela Principal do *Hackerteen*

2.3.3 MICROORGANISMO

O *Microorganismo*, segundo RIVED (2009), é um conjunto de cinco atividades voltado para o ensino médio na matéria de biologia. Essas atividades, que podem ser realizadas em duplas ou individualmente, podem ser consideradas OAs e podem ainda ser classificadas como um Objeto de Aprendizagem Esperto, por ter suas modificações previstas

no momento da implementação. Na Figura 6, a tela de uma das atividades do *Microorganismo* é mostrada.



Figura 6. Atividade no Microorganismo

2.3.4 ZORELHA

O Zorelha, segundo Jesus *et. al.* (2009), é um objeto que possibilita a construção dos conhecimentos musicais por meio do estímulo à percepção auditiva das crianças, permitindo que elas mesmas investiguem e descubram as muitas possibilidades do fazer musical. Essa construção do conhecimento musical ocorre de maneira informal e não possui atividades que envolvam notação musical ou quaisquer outras formalidades simbólicas. A Figura 7 ilustra uma das telas do Zorelha.



Figura 7. Zorelha

Esse objeto disponibiliza músicas que foram gravadas em quatro gêneros musicais diferentes, de maneira que a criança possa vivenciar ao menos algumas das muitas formas de execução da mesma música. É possível, também, que a criança retire ou adicione os músicos da banda que executa a música escolhida, e modifique suas posições no palco alterando o volume da música tocada. Dessa maneira a criança pode perceber como os diferentes sons dos instrumentos integram-se para constituir a mescla sonora denominada música, conforme Jesus *et. al.* (2009). Por permitir simulações, e por tais serem já previamente programadas, esse objeto classifica-se como um OE e um OM.

2.3.5 SIMULAÇÃO DE QUÍMICA

A simulação *Tem Álcool na Gasolina* do LabVirt (2009) é pertencente à matéria de química do ensino médio, e proporciona o exercício prático ao aluno no conhecimento de separação de mistura, decantação e dissolução fracionada. A animação busca demonstrar a história de um taxista que leva o carro ao mecânico e descobre que o problema pode estar no combustível, por meio do possível excesso de álcool ou não. A Figura 8 apresenta uma das telas da simulação.



Figura 8. Simulação *Tem Álcool na Gasolina*

Conceitualmente, essa simulação é um Objeto Esperto, pois seu comportamento pode mudar ou adaptar-se de acordo com a definição de seus parâmetros. Entretanto, essas possibilidades de modificações e adaptações foram previstas durante o projeto implementacional. Além de ser definido conceitualmente como um OE, a simulação também compõe a categoria de Objeto de Aprendizagem Virtual por simular experiência laboratorial em química, e seus resultados serem sempre os mesmos.

2.3.6 AMBIENTE DE APRENDIZAGEM PARA MATEMÁTICA

O ambiente de aprendizagem para matemática de Wilges (2006), é constituído de um sistema de auxílio para alunos de séries iniciais na aprendizagem das propriedades matemáticas básicas da multiplicação e adição. Esse ambiente é composto por dois agentes: um agente pedagógico animado e um agente calculadora. O agente é modelado como um ILO, gerando experiências de aprendizagem do mesmo modo que um objeto de aprendizagem. A Figura 9 ilustra o desenvolvimento da primeira atividade no Ambiente de Aprendizagem.

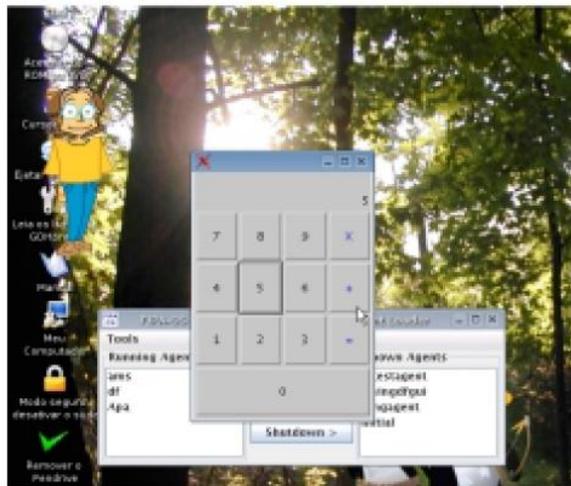


Figura 9. Ambiente de Aprendizagem de Matemática. Fonte: Wilges (2006)

2.3.7 BRAIN GENIUS

O *Brain Genius* é um jogo para celular que por meio da interatividade com o personagem Dr. Lababidi, propõe ao usuário um conteúdo de 16 exercícios para treinar o cérebro. Esses jogos envolvem cálculos, lógica e desafios visuais. O jogo informa o progresso do usuário na realização dos exercícios e ainda compara com os demais usuários cadastrados no celular (no máximo até três jogadores). A Figura 10 ilustra algumas telas do jogo.



Figura 10. Brain Genius

3 METADADOS, ONTOLOGIAS E ANOTAÇÕES SEMÂNTICAS

Este capítulo aborda a definição e as características de *metadados*, e apresenta os mais utilizados na descrição de Objetos de Aprendizagem, bem como as limitações destes metadados na descrição de Objetos de Aprendizagem Funcionais. Também são vistos os conceitos de representação semântica, em especial as *ontologias de domínio*. São apresentados exemplos de ontologias de domínio, que serão utilizadas para validação desta dissertação. Por fim, a conceitualização de anotação semântica e os tipos de ferramentas e/ou métodos para essas anotações.

3.1 METADADOS

Os metadados são definidos de maneira clássica como sendo dados sobre dados, ou descritores organizadores de dados. Seus conjuntos de elementos fornecem informações sobre um determinado recurso, sejam eles físicos ou digitais, promovendo a interoperabilidade, identificação, compartilhamento, integração, utilização/reutilização, gerenciamento e recuperação dos mesmos de maneira mais eficiente.

São dados descritivos que podem informar sobre o título, autor, data, publicação, palavras-chaves, descrição, localização de recursos, seus objetivos e características, mostrando *como, quando e por quem* o recurso foi armazenado e *como está formatado*.

Pode-se dizer, ainda, que metadados são um conjunto de palavras, frases ou sentenças que resumem ou descrevem o conteúdo de um site, uma página Web individual ou um recurso computacional com o objetivo de beneficiar o trabalho de agentes de busca.

Os metadados são utilizados na descoberta de recursos, onde possibilitam a pesquisa por critérios relevantes, identificação, agrupamento por similaridade, diferenciação dos não similares e a obtenção de informação de localização.

De acordo com Breitman (2005), os metadados podem ser categorizados por:

- a) *Administrativo*: metadados utilizados na gerência de administração de recurso de informação. Ex: Controle de versão, informação de localização.
- b) *Descritivo*: utilizados para descrever e identificar recursos de informação. Ex: Registro de catalogação, anotações.
- c) *Preservação*: relacionados ao gerenciamento dos recursos de informação. Ex: Documentação sobre a condição física dos recursos, atualização, migração.
- d) *Técnica*: funcionalidades do sistema e como seus metadados comportam-se. Ex: Documentação sobre *hardware* e *software*, autenticação de dados.
- e) *Utilização*: relacionados ao nível e ao tipo de utilização dos recursos. Ex: registro de exibição, registro de uso e dos usuários dos recursos, reutilização de conteúdo. .

Os metadados também podem ser diferenciados em *objetivos* ou *subjetivos* como sugerem Duval e Hodgins (2003):

- a) *Metadados objetivos*: são gerados automaticamente, descrevendo atributos físicos, data, autor, requisitos operacionais, custos, número de identificação, proprietário, etc.
- b) *Metadados subjetivos*: consistem em atributos variados e são determinados pela pessoa ou grupo que cria o metadado, são definições que dependem do conhecimento, contexto, perspectiva ou opinião. Um exemplo deste tipo seria a opinião dos educadores sobre o uso dos OAs.

Existem diversos padrões de metadados para os mais variados domínios e objetivos de descrição, sendo a finalidade deste trabalho, o estudo dos metadados que descrevem recursos educacionais.

3.1.1 METADADOS PARA OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Na área educacional, os metadados são utilizados para descrever recursos instrucionais, permitindo a recuperação de acordo com as necessidades do contexto educacional que se está trabalhando.

Segundo Tarouco *et. al.* (2003), metadados de objeto educacional são conjuntos de informações que descrevem características relevantes que são utilizadas na catalogação em repositórios de objetos educacionais reutilizáveis, permitindo sua recuperação posterior por intermédio de sistemas de buscas ou utilizados por meio de *Learning Management Systems* (LMS). Algumas características esperadas em um OA podem ser alcançadas com o uso de metadados, tais como: acessibilidade, durabilidade, reusabilidade e interoperabilidade. Morais e Melo (2008) destacam, ainda, que para OA a utilização de um padrão de metadado adequado dará uma maior especificidade e exatidão no momento da busca. Tal fato possibilita a economia de tempo do usuário e facilita a reutilização dos OAs.

Há diversas iniciativas de padrões de metadados. Em diversos países, algumas iniciaram com objetivos abrangentes, outras não possuem foco direcionado à descrição de conteúdo educacional, porém são muito utilizadas em Repositórios de Objetos de Aprendizagem (ROA). Outras, ainda, surgem da convergência de padrões. Alguns destes metadados serão descritos a seguir.

3.1.1.1 Dublin Core Metadata Initiative (DC)

O *Dublin Core Metadata Initiative (DC)*, DCMI (2008), é definido como o conjunto de elementos de metadados planejado para facilitar a descrição de qualquer recurso eletrônico, tais como: vídeos, sons, imagens, textos, páginas Web. Têm como principais características a simplicidade na descrição dos recursos, o entendimento semântico e a extensibilidade (o que possibilita sua adaptação às necessidades adicionais de descrição), facilitando o uso e a rápida localização de um recurso. Sua descrição pode ser inserida em uma página HTML ou ocorrer em um arquivo XML ou na sintaxe RDF.

O padrão DC é formado por 15 elementos: título, assunto, descrição, linguagem, fonte, recursos relacionados (relação), abrangência (espacial ou temporal), criador (responsável intelectual pela criação do recurso), publicador (quem tornou o recurso público), contribuidor, direitos autorais, data, tipo (ex.: página da Web, artigo, livro), formato (ex.: pdf, word, mp3) e identificador (ex.: URI, ISBN). Cada elemento é opcional e pode ser repetido.

Apesar de possuir um objetivo genérico de descrição, o DC possui grupos de pesquisas que estudam e desenvolvem outras iniciativas e propostas baseadas no DC para áreas específicas. No âmbito educacional, destacam-se as atividades do grupo DC-Ed, conforme DC-Ed (2009). O “*DC-Education Application Profile*” que está sendo desenvolvido como um módulo de perfil, cuja especificidade descreve propriedades do DC pertinentes à educação. É a representação do DC, em conformidade com o metadado LOM.

3.1.1.2 Learning Object Metadata (LOM)

O *Learning Object Metadata (LOM)* do *Learning Object Metadata Working Group* IEEE (2002) é um dos padrões de metadados mais utilizado para descrever os OAs, que

propõe a facilitar a busca, aquisição, avaliação e utilização de OAs para instanciação por aprendizes e instrutores ou processos automáticos de *software*, facilitar o comportamento e troca de OAs permitindo o desenvolvimento de repositórios levando em consideração a diversidade cultural e contextos linguísticos nos quais os OAs e seus metadados são reutilizados.

O LOM é composto por 78 elementos de preenchimento opcional e sua representação pode ser em XML ou RDF. Os mesmos estão organizados nas seguintes categorias:

- a) *General*: Dados de identificação, palavras-chaves, descrição do conteúdo e da estrutura.
- b) *LifeCycle*: Dados para controle e documentação do ciclo de vida do documento.
- c) *MetaMetaData*: Referências à origem e estrutura dos metadados.
- d) *Technical*: Dados técnicos, tais como: formato, tamanho, requisitos de sistema operacional, duração, etc.
- e) *Educational*: Elementos de descrição pedagógica do recurso, tais como: abordagem, nível de interatividade, pré-requisitos, objetivo educacional, etc.
- f) *Rights*: Dados referentes às condições de uso do produto e, eventualmente, valores a serem pagos pelo uso do recurso.
- g) *Relation*: Características que relacionam o OA com outros.
- h) *Annotation*: Comentários referentes ao uso educacional do produto.
- i) *Classification*: Referência que determina onde o recurso será colocado dentro de um sistema de classificação específico.

3.1.1.3 Perfis de Aplicação e Outras Propostas

Perfil de aplicação é um termo que tem sido adotado pela comunidade para conjunto de elementos de metadados que ou são adaptações de versões completas de padrões de

metadados, ou são uma mistura heterogênea de elementos provenientes de diferentes esquemas de metadados. Pode-se, ainda, dizer que são desenvolvidas para atender as necessidades de uma aplicação específica, dentro de uma comunidade específica, visto que não existe um único conjunto de elementos de metadados que atenda as exigências funcionais de todas as aplicações, conforme IMS (2006).

Um destes perfis de aplicação é o *Instructional Management System (IMS)*, IMS (2006), que é um consórcio mundial de empresas e pesquisadores, cuja intenção é promover atividades de ensino *online*, tais como: localização e utilização de conteúdos educacionais, monitoramento do progresso do aprendiz, oferecimento de informações do desempenho do aprendiz e compartilhamento de informações dos aprendizes entre sistemas administrativos. Sua especificação de metadado inclui a sugestão de um vocabulário controlado de 12 elementos, que foram baseados no LOM.

Outra iniciativa é o *Canadian Core Learning Resource Metadata Application Profile (CanCore)*, CANCORE (2004), que surgiu com preocupações relativas à administração e recuperação de recursos dentre os vários projetos *e-learning* de setores públicos canadense. Oferece um metadado baseado nos elementos e na estrutura hierárquica do padrão LOM e nas especificações do IMS, além de fazer referências significativas aos documentos do DC. Deste modo, acredita-se que facilita a descoberta e a troca de registros que descrevam recursos educacionais do Canadá. Além disso, o CanCore, reduz a complexidade e ambiguidade do padrão LOM, maximizando assim a interoperabilidade entre projetos. Essa simplificação não ocorre apenas com a seleção de alguns elementos do LOM, mas por meio de recomendações, exemplos e referências, reduzindo ao total de 61 elementos.

Já o *Sharable Content Object Reference Model (SCORM)*, SCORM (2004), consiste em um modelo que referencia um conjunto de padrões técnicos, especificações e diretrizes desenvolvidas para encontrar requisitos de alto nível para conteúdos e sistemas de

aprendizagem. Seu metadado segue as divisões de nove categorias do metadado LOM e dependendo do componente, alguns elementos são de preenchimento obrigatório, ao contrário do próprio LOM que propõe os elementos como opcionais. O SCORM também recomenda o uso de todos os vocabulários definidos no LOM sem a necessidade de serem criados novos, conforme Rouyet e Martín (2004).

O *Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe* (**ARIADNE**), segundo ARIADNE (2009), tem como finalidade promover o compartilhamento e a reutilização de materiais eletrônicos pedagógicos entre corporações e universidades. Em relação ao conjunto de metadados, possui como objetivos: facilitar o esforço de indexação de conteúdos, tornar a busca mais eficiente e fácil possível, validar o conjunto de metadados em qualquer ambiente, independente do idioma e da cultura. Suas especificações de metadados contribuíram para o desenvolvimento do padrão LOM.

O projeto ARIADNE desenvolveu o repositório distribuído *Knowledge Pool System* (**KPS**) que criou um perfil de metadado baseado no LOM, com alguns metadados próprios para descrever seus OAs. Organizado em seis categorias (geral, semântica, atributos pedagógicos, características técnicas, indexação e anotações) agrupa um total de 43 elementos de dados. Acrescentado de dois novos elementos: *nome do arquivo principal* na descrição de características técnicas e *idioma* na categoria de anotações.

O *Dynamic Multimedia Metadata* (**DMM**), Abdulmotaleb *et. al* (2000), é uma extensão do metadado LOM para descrever os Objetos de Aprendizagem Espertos, pois segundo o autor os metadados atuais não podem influenciar no próprio conteúdo multimídia e são limitados para descrever adequadamente os OEs. Essa extensão é formada por quatro novos elementos: *código da informação*, *informações de apresentação*, *informação do tema*, *informação de explicação*, sendo estes formados por outros subelementos, totalizando 15 novos campos a serem complementados ao LOM.

O **ANZ-LOM** (2008) é um perfil de metadado desenvolvido para acesso, pesquisa, seleção, utilização, comércio e gestão de conteúdos digitais, do setor da educação da Austrália e Nova Zelândia. O perfil proporciona interpretações de estruturas e ilustra como aplicar vocabulários controlados, especialmente usando o elemento *classificação*. É apoiada por exemplos detalhados de metadados para recursos de aprendizagem, incluindo vocabulários regionais.

A *Australian Vocational Training and Education* (VET) desenvolveu um perfil de aplicação do LOM chamado **Vetadata** (2009), com o objetivo de melhorar a interoperabilidade e a descoberta de recursos educativos australianos e em sistema VET. Sua aplicação completa é constituída por 37 elementos, sendo cinco de preenchimento obrigatório. A obrigatoriedade possibilita um nível básico de interoperabilidade entre outras comunidades. Ressalta-se, ainda, que possui um vocabulário específico para o VET, embora o perfil seja inteiramente baseado no padrão LOM, seus princípios de melhores práticas são baseados no Dublin Core.

Outra adaptação dos elementos do padrão LOM é o **NORLOM** (2008), voltado para as necessidades da Noruega, sendo administrado pela secretaria norueguesa de padrões de tecnologias de aprendizagem. Seu principal objetivo é o de aumentar a interoperabilidade entre diferentes usuários de metadados para educação.

O *Singapore's Meta-data Schema for Labeling Digital Learning Resources* (**SingCore**), SingCORE (2003), tem como propósito personalizar o padrão de LOM para necessidades locais de Cingapura. Sua especificação é baseada no IMS, possuindo 42 elementos, sendo estes agrupados em categorias, assim como o LOM.

O *Chinese E-Learning Technology Standard* (**CELTS**), CELTS (2003), é uma adaptação dos elementos do padrão LOM para as necessidades da China. Seu conjunto de

elementos é um subconjunto do Cancore, pois acreditam que o perfil Cancore ainda possui muitos elementos.

O *United Kingdom Learning Object Metadata Core (UK LOM)*, UK LOM Core (2004), é uma adaptação do LOM para o uso do contexto educacional britânico. Tem como objetivo principal aumentar a interoperabilidade dos metadados e aplicações de perfis da comunidade acadêmica do Reino Unido, promovendo o uso apropriado na sintaxe e na semântica do LOM. Atualmente, é um rascunho de um *schema* de pesquisas referentes ao uso e práticas de conteúdos e objetos educacionais.

IsraCore (2009) é o perfil israelita do LOM. Associaram-se *Israel Internet Association (ISOC-IL)* e a *Inter University Computational Center (IUCC)* para gerenciar e criar uma base de dados de objetos *e-learning*.

O **CestaCore**, conforme CESTA (2009), é uma iniciativa brasileira para uso no repositório da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), denominada Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem (CESTA). Sua base é o LOM e para compor a base do sistema de cadastramento dos objetos educacionais no CESTA optou-se por um conjunto de objetos menor. Foram utilizadas cinco categorias na especificação dos metadados: geral, ciclo de vida, técnica, educacional e direitos. Estas categorias passaram a constituir o CestaCore, em analogia a outros conjuntos de metadados tais como Dublin Core, Cancore, etc. Utilizando-se a especificação de metadados proposta, foi implementado o sistema para cadastro e consulta de objetos educacionais no repositório.

Em Moraes e Melo (2008) apresenta-se uma estrutura de metadados própria para classificar e catalogar os objetos desenvolvidos pelo Núcleo de Aprendizagem Virtual (NAV). Essa estrutura baseou-se no padrão de metadados LOM e no esquema de metadados seguido pelo InterRed do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (CEFET-CE). A estrutura de metadados proposta possui 17 elementos e está organizada em quatro categorias:

Geral (área do conhecimento, instituição, título, autor, objetivo, nota, usuário que cadastrou), Ciclo de Vida (versão e data de cadastro), Técnica (mídia, link externo, caminho, instruções) e Educacional (uso educacional, nível de ensino, disciplina e localização).

A *Gateway to Educational Materials (GEM)*, conforme GEM (2006), é uma iniciativa dos Estados Unidos para fornecer material educativo na Web. Seu metadado é baseado nos elementos do Dublin Core com a adição de elementos específicos de educação. Já o *Education Network of Australia (EdNA)*, EDNA (2006), também baseado no Dublin Core tem como finalidade suportar a interoperabilidade nos setores de instrução e treinamento da Austrália. O *Facilitating Access to Information on Learning Technology for Engineers (FAILTE)*, segundo FAILTE (2001), é uma coleção de elementos de metadado para o banco de dados de FAILTE.

O perfil de metadados utilizado no repositório *Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching (Merlot)*, Merlot (2009), é composto por 20 elementos, entre os quais 14 são do padrão LOM, sendo alguns de preenchimento obrigatório, conforme cita Warpechowski (2005). Os novos elementos adotados pelo Merlot são: *outro local*, *imagem*, *compatibilidade LM* e *código fonte disponível*.

Como a preocupação de promover a aprendizagem por intermédio das informações disponíveis nos museus, Marchi (2004) apresenta uma proposta de padrão de metadados para descrever os OAs de museus: *Museum LOM (M-LOM)*. O M-LOM é uma extensão do LOM definindo novos elementos de dados e sugestão de novos valores para o vocabulário. Os novos elementos adicionados são: na categoria geral '*descrição física*', na categoria educacional '*nível de escolaridade*' com vocabulário controlado, e em direitos '*proprietários*'.

O Metadado Atenção para Aprendizagem (*Attention Metadata for Learning*), segundo Najjar e Duval (2006), captura e gerencia informações sobre o contexto em que um

determinado OA foi utilizado, os recursos que esse objeto necessita, o ambiente adequado, quanto tempo os usuários o utilizaram, como eles foram descobertos, dados sobre as preferências do usuário, objetivos e interesses. De um modo geral, este metadado possibilita a representação das atividades de um usuário dentro de um determinado ambiente, monitorando como os usuários lidam com um objeto.

Outra proposta de extensão do LOM é o metadado do projeto *Objetos de Aprendizagem Baseado em Agentes* (OBAA), conforme descrito em OBAA (2010). Este metadado tem por finalidades: permitir a interoperabilidade de OAs em diferentes plataformas (Web, TV Digital e dispositivos móveis); Suportar requisitos de acessibilidade para pessoas com necessidades especiais; Registrar informações educacionais específicas ao contexto brasileiro; Especificar um modelo básico para sintaxe e a semântica dos metadados, por meio, da especificação de uma ontologia em OWL.

Os elementos que compõem o OBAA tiveram como base os padrões LOM e IMS (relativos aos metadados educacionais), TV-Anytime, MPEG-7, e as normas da ABNT concernentes ao Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD). No total, 55 novos elementos foram adicionados, distribuídos em duas categorias já existentes no LOM (Dados Técnicos e Educacionais), e pela adição das categorias: *Acessibilidade* (*Accessibility*) e *Segmentação* (*SegmentInformationTable*). O projeto OBAA, apresenta perfis de metadados com objetivo de reduzir a complexidade do gerenciamento dos metadados de um OA.

3.1.1.4 Metadado para Objetos de Aprendizagem Funcional (MOAF)

A partir da análise das especificações dos metadados para descrever os OAs, Gomes *et. al.* (2007) propôs o Metadado para Objetos de Aprendizagem Funcional (MOAF), que tem como base os padrões de metadados LOM e DMM, possuindo, assim, alguns elementos semelhantes, conforme explicitados a seguir:

- a) **LOM:** nome, palavra-chave, descrição, idioma, versão, data de criação ou atualização, responsável, licença, tamanho, duração, local, observações de instalação, idade do usuário, dificuldade, tipo de interatividade, nível de interatividade.
- b) **DMM:** nome, palavra-chave, idioma, resolução, tipo de mídia, dificuldade, nível de interatividade.

Assim como o LOM, o MOAF apresenta características gerais dos objetos e detalhes. Destarte, o MOAF está estruturado em cinco categorias:

- a) **Dados Gerais:** categoria que agrupa as informações gerais que descrevem um OAF. Seus campos são de preenchimento opcional, exceto ao nome e descrição. No entanto, aconselha-se que todos os campos dessa categoria sejam preenchidos, promovendo assim um primeiro contato com o OAF.
- b) **Dados de Criação e Distribuição:** agrupa as informações que descrevem as características relacionadas à criação do OAF, descrevendo a história e as entidades responsáveis que afetaram esse objeto durante sua evolução. Também é descrita nessa categoria a maneira de distribuição do OAF e o tipo de licença.
- c) **Dados Técnicos:** agrupa informações que descrevem as características do OAF e os requisitos técnicos necessários para um bom funcionamento do objeto, contribuindo assim, para a descoberta do OAF e como poderá ser usado.
- d) **Dados Educacionais:** agrupa informações que descrevem as características educacionais do objeto. Essas características podem ser modificadas de acordo com o contexto ao qual o OAF é usado e reusado. Este grupo de elementos poderá ser repetido inúmeras vezes, ou seja, a cada aplicação, ambiente e/ou público alvo os valores dos elementos poderão ser repetidos de acordo com o contexto.

- e) **Dados de Acessibilidade:** Categoria que agrupa informações que descrevem as características de acessibilidade para portadores de necessidades especiais.

Deve-se observar que o MOAF não é uma extensão do LOM como o DMM, pois para se estender o LOM faz-se-ia necessário utilizar todos os seus campos, mesmo que estes sejam de preenchimento opcional ou não. Deste modo, para a definição do MOAF, alguns campos existentes no LOM foram retirados por se tratarem de campos redundantes ou desnecessários ao propósito deste metadado. Além disso, alguns campos do LOM e do DMM foram mantidos, conforme descritos anteriormente, e diversos novos elementos foram definidos.

A abrangência de descrição do MOAF não se limita apenas aos OAFs, mas também aos demais OAs. Porém, deve-se notar que ao descrever diferentes tipos de objetos como, por exemplo, uma imagem ou um texto, alguns elementos do metadado não farão sentido, devendo, portanto, possuir valores nulos, uma vez que nem todos os elementos do metadado são de utilização obrigatória.

Breitman (2005) lembra que metadados são muito úteis e podem auxiliar grandemente na indexação de páginas da Web, melhorando o resultado de buscas e permitindo que parte do processamento seja realizada por computadores, em vez de seres humanos. No entanto, metadados sozinhos não solucionam todos os problemas.

Deste modo, faz-se necessário elaborar um modelo de metadado que descreva o contexto da informação de uma maneira não ambígua ou redundante. É necessário também que agentes de *software* e pessoas compartilhem de uma mesma estrutura de informação. O uso de ontologias, portanto, é uma proposta para se alcançar este objetivo.

3.2 ONTOLOGIAS

A literatura sobre ontologias apresenta uma série de definições diferentes. Esses diferentes conceitos apresentam pontos de vista distintos e até complementares para uma mesma realidade. O seu significado preciso, contudo, tende a variar conforme o objetivo do uso da ontologia.

Entre as várias definições de ontologia existentes, a adotada neste trabalho é encontrada em Gruber (1995): “*Uma ontologia é uma especificação formal explícita de uma conceitualização compartilhada*”. Onde *conceitualização* refere-se a um modelo abstrato de algum fenômeno que identifique conceitos relevantes para aquele modelo. O adjetivo *explícita* significa que os elementos e suas restrições estão claramente definidos. O termo *formal* significa que a ontologia deve ser passível de ser processada por uma máquina. Por fim, a palavra *compartilhada* reflete a noção de que a ontologia captura um conhecimento consensual, isto é, esse conhecimento não deve ser restrito a alguns indivíduos, mas aceito por um grupo de pessoas.

Independentemente da definição escolhida, Breitman (2005) lembra que é necessário entender que ontologias têm sido utilizadas para descrever artefatos com variados graus de estruturação e diferentes propósitos. A variação vai de simples taxonomias até representações para metadados, chegando ao modelo escrito em lógica.

Diferentes classificações para ontologia são encontradas na literatura:

- a) *Baseada na estrutura interna e no conteúdo das ontologias*, conforme Noy e McGuinness (2002); nesta classificação a variante é o grau de formalismo e expressividade de cada representação, seus valores são: vocabulário controlado, glossários, *thesauri*, hierarquia ‘tipo-de’ informais, hierarquia ‘tipo-de’ formais, frames, restrições de valores e restrições lógicas.

- b) *Quanto à generalidade*, segundo Guarino (1998); utiliza a generalidade da ontologia como critério principal para a classificação. Nesse sistema o autor identifica: ontologias de nível superior, de domínio, de tarefas e de aplicações.
- c) *Tipo de informação que representam* de acordo com Gómez-Pérez *et. al.* (2004); nesta classificação os autores se concentram no tipo de informação a ser modelado. São identificados os seguintes tipos: ontologia para representação do conhecimento, gerais e de uso comum, de topo ou nível superior, de domínio, de tarefas, de domínio-tarefa, de métodos, e de aplicação.

Cabe ressaltar que não serão especificados neste trabalho maiores detalhes das classificações, sendo relevante destacar, apenas, que as ontologias utilizadas para o propósito deste trabalho classificam-se como *ontologia de domínio*.

3.2.1 ONTOLOGIAS DE DOMÍNIO

Como visto anteriormente, as ontologias podem ser classificadas quanto à generalidade e informação que representam, sendo definidas em ambas as classificações o conceito de *ontologia de domínio*.

Na classificação quanto à generalidade, ontologias de domínio descrevem o vocabulário relativo a um domínio específico mediante a especialização de conceitos presentes na ontologia de alto nível.

Já na classificação quanto ao tipo de informação, ontologias de domínio são definidas como ontologias que podem ter seus conceitos reutilizados dentro de um domínio específico (médico, farmacêutico, direito, financeiro, etc.). Termos de uma ontologia de domínio são obtidos mediante a especialização de conceitos de uma ontologia de topo. O mesmo é verdadeiro para suas propriedades, de acordo com Breitman (2005).

Independente da classificação, o conceito de ontologia de domínio utilizado neste trabalho representa os significados dos termos aplicados ao domínio específico.

3.2.2 EXEMPLOS DE ONTOLOGIAS DE DOMÍNIO

Algumas ontologias de domínios serão utilizadas a fim de ilustrar e avaliar o metadado apresentado neste trabalho:

- a) BLOC-Eco (2009): possui uma base de conhecimento com informações ontológicas para termos de Ecologia na língua portuguesa do Brasil. A Figura 11 ilustra uma parte da visualização hiperbólica da ontologia Bloc-Eco.

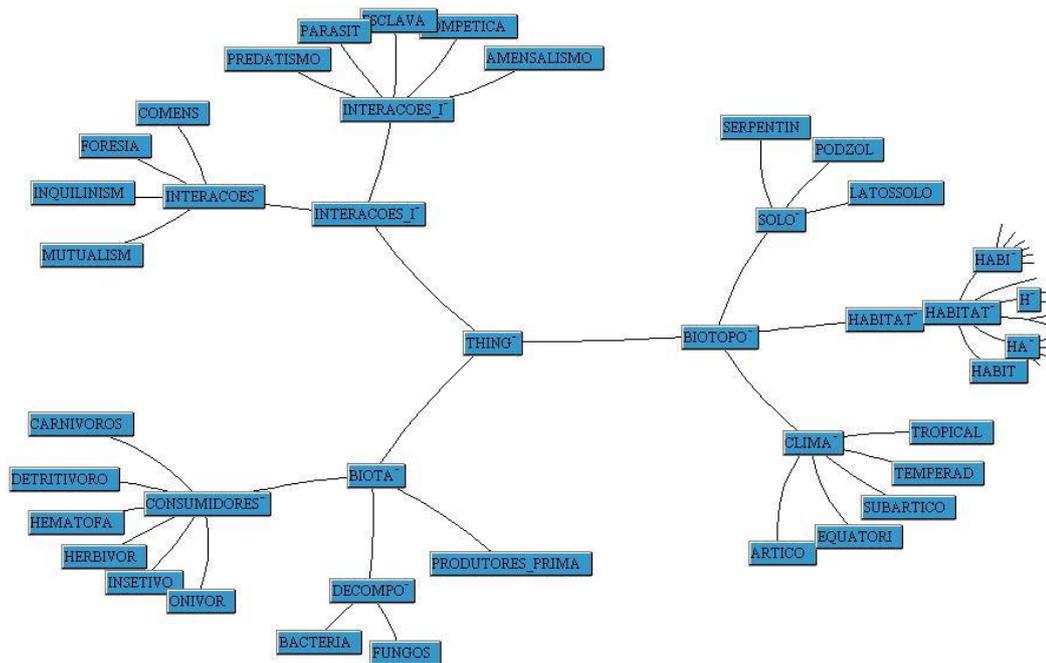


Figura 11. Ontologia Bloc-Eco

- b) OntoMúsica, Boff (2005), é uma ontologia sobre a história da música, definindo gêneros musicais, obras e autores. Seus termos encontram-se na língua portuguesa do Brasil. A Figura 12 apresenta a visualização hiperbólica da ontologia OntoMúsica.

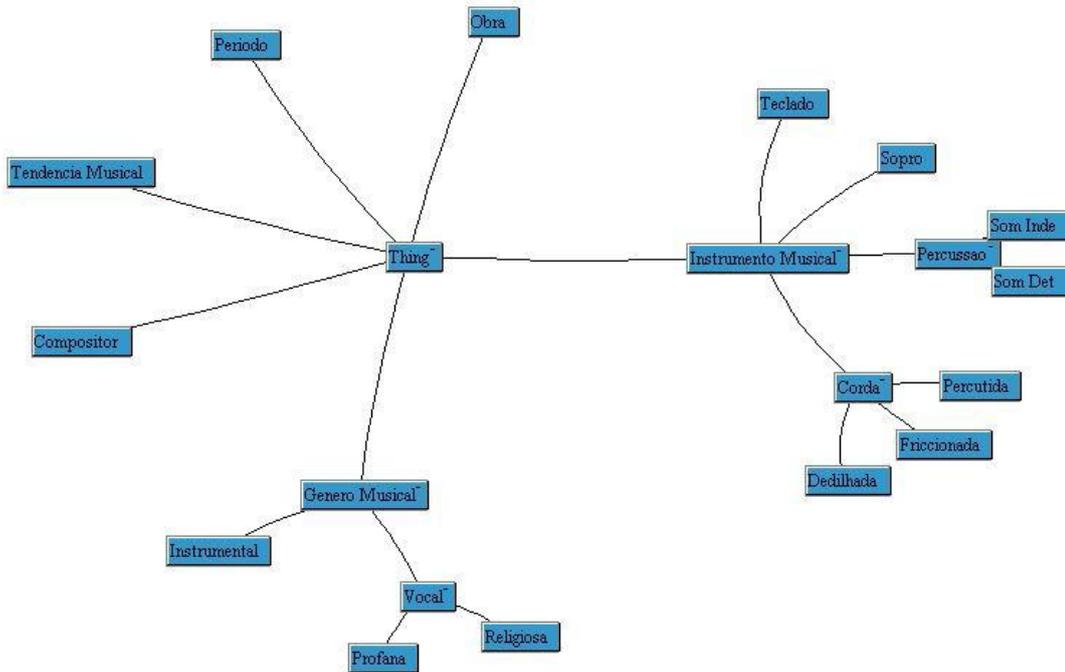


Figura 12. Ontologia OntoMúsica

c) Nanociência e Nanotecnologia, Kasama (2009), estrutura conceitual do domínio da Nanociência e Nanotecnologia, em língua portuguesa do Brasil. A Figura 13 ilustra uma parte da visualização hiperbólica desta ontologia.

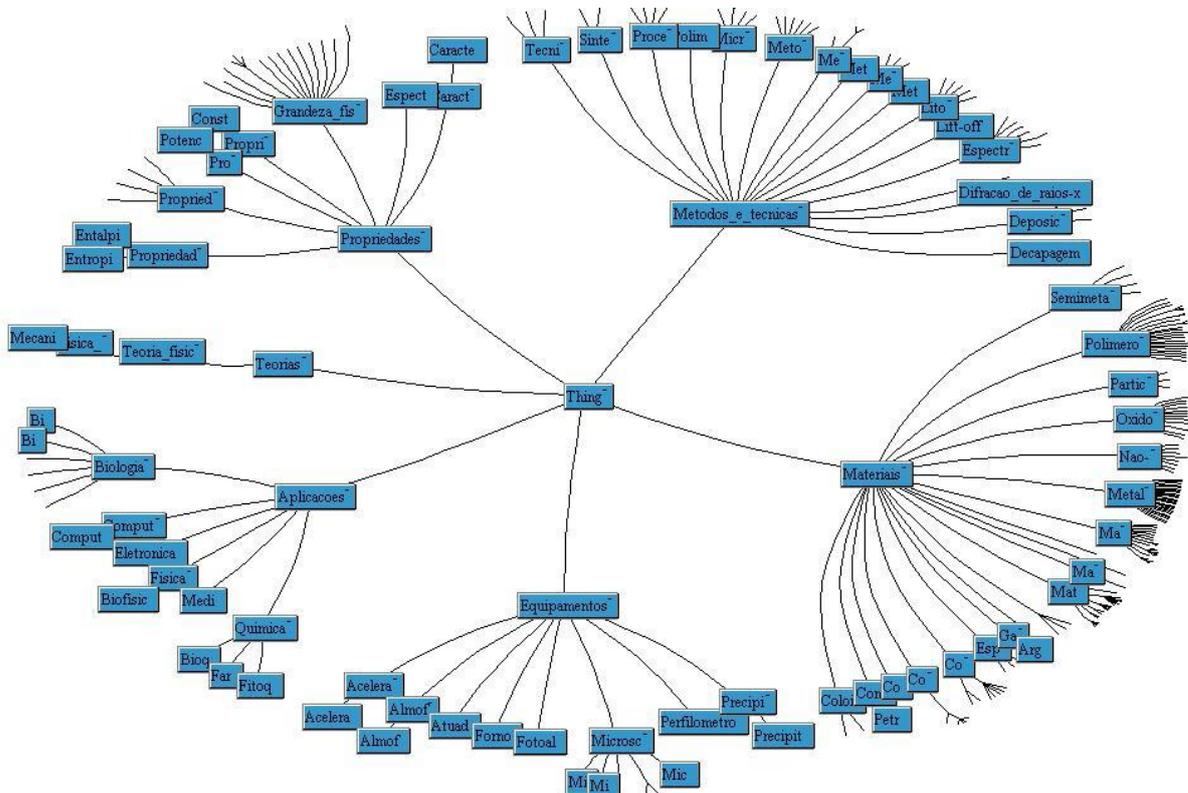


Figura 13. Ontologia Nanociência e Nanotecnologia

3.3 ANOTAÇÃO SEMÂNTICA

Anotação semântica fornece uma ligação entre a informação armazenada em um documento a uma ou mais ontologias. Esse documento pode ser de qualquer tipo de dado: HTML, PDF, texto, etc. Para Kiryakov *et. al.* (2004), resumidamente, anotação semântica tem como objetivo associar aos termos (entidades) ligações para as descrições semânticas relacionadas.

A representação da anotação pode ser intrusiva (gravada no próprio documento) ou não-intrusiva (armazenada à parte e que não modifica o documento). Além disso, segundo as recomendações da W3C (2009) essas anotações devem fazer uso de linguagens baseadas em formalismos para representar a semântica, como RDF ou OWL.

3.3.1 FERRAMENTAS DE ANOTAÇÃO SEMÂNTICA

Existem diversas ferramentas para a geração de anotações semânticas. Essas podem ser classificadas de acordo com o método de anotação, como apresentado em Reeve *et. al.* (2005):

- a) Semi-Automáticas: Associam palavras do texto a termos da ontologia utilizando-se do julgamento humano. Essa associação geralmente é efetuada por meio de interfaces do tipo “arrastar e soltar” (*drag-and-drop*). Isso dispensa a ferramenta de anotação da tarefa de identificação automática das entidades nomeadas. As ferramentas OntoMat (Handschuh e Staab, 2002), Weesa (Reif *et. al.*, 2004), Semantic Word (Tallis, 2003), Gerador de anotação semântica de autoria

(Glonvezynski, 2005), Annotea (Kahan *et. al.*, 2001), Smore (Kalyanpur *et. al.*, 2004) são exemplos desse tipo de anotação.

- b) Automáticas: Aplicam técnicas de processamento de linguagem natural (PLN), aprendizado de máquina, extração de informação, entre outras, para associar automaticamente as entidades nomeadas do texto a termos da ontologia. Normalmente é aplicada em apenas um domínio específico, onde somente a quantidade de termos anotados é relevante. Alguns exemplos de ferramentas são: AeroDAML (Kogut e Holmes, 2001), DOSE (DOSE, 2010), KIM (Kiryakov, 2004), *Semantic Web Annotation Framework* (Neto, 2009).
- c) Híbrida: Utiliza as definições de anotação semi-automática e automática. É uma anotação assistida por pessoa onde o objetivo é fazer o sistema aprender com os recursos anotados e definidos manualmente como certos, podendo inclusive utilizar PLN. O MnM (Vargas-Vera *et. al.*, 2002) é um exemplo de ferramenta de anotação que fornece o suporte automatizado e semi-automatizado.

A anotação manual (semi-automática e/ou híbrida) pode se tornar um processo exaustivo dependendo do número de documentos a serem anotados. Além disso, dependendo da ferramenta e das ontologias utilizadas, a anotação pode não ser uma tarefa trivial.

No contexto do presente trabalho, o método/ferramenta utilizado é de anotação automática baseada em ontologias de domínio. A ideia é permitir que o professor defina apenas a ontologia que representa o domínio no qual ele fez uso do OAF, e que ele descreva suas experiências docentes por meio de texto livre, sem se preocupar em anotá-lo semanticamente. Para tal, é necessário que o método de anotação automática não necessite de treinamentos, pois essa tarefa não é do escopo do professor. Também é necessário que o método de anotação suporte diferentes domínios, visto que um único OAF poderá ser aplicado em diversas áreas.

Outra observação acerca da escolha da ferramenta de anotação utilizada neste trabalho, é a representação da anotação semântica, que deve ser não intrusiva, ou seja, espera-se que a ferramenta utilizada possa gerar um documento à parte contendo a anotação. Deste modo, o MOAF irá armazenar apenas a URL da anotação, permitindo que mais de uma anotação esteja associada ao OAF. Maiores detalhes dessa estruturação serão descritas no Capítulo 5.

De modo a atender esses pré-requisitos, neste trabalho foi utilizado o *Semantic Web Annotation Framework*, apresentado em Neto (2009), que será descrito na seção seguinte.

3.3.1.1 Semantic Web Annotation Framework

O *Semantic Web Annotation Framework (SWA)*, desenvolvido por Neto (2009), atende aos pré-requisitos necessários para o contexto deste trabalho: é uma ferramenta de anotação automática baseada em ontologias que não necessita de treinamento, que não requer especificidades de um determinado domínio, e que gera uma anotação não intrusiva.

O SWA possibilita a utilização de qualquer ontologia, bastando que ela esteja na linguagem OWL versão DL. As etapas que compõe o método de anotação do SWA são ilustradas de um modo geral na Figura 14:

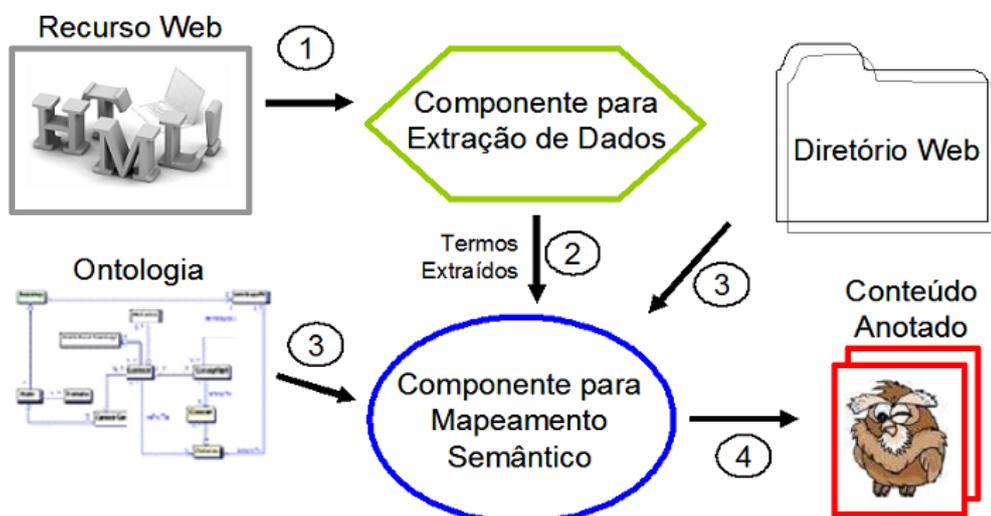


Figura 14. Visão Geral do Método do SWA. Fonte Neto (2009)

Os itens a seguir indicam os elementos utilizados em cada etapa, de acordo com Neto (2009):

1. O *framework* efetua o *download* do recurso Web e o envia para o Componente de Extração de Dados (CED), que é uma adaptação da aplicação desenvolvida por Vieira *et. al.* (2006). Nesta etapa é realizada a remoção do código de marcação em HTML, são removidas as *stopwords* (palavra frequente que carrega pouco conteúdo semântico) e utilizada a técnica de *stemming* para obter o modo reduzido dos termos extraídos do recurso Web. Em seguida uma lista contendo os termos extraídos é retornada para o *framework*;
2. A lista de termos extraídos é enviada pelo *framework* para o Componente para Mapeamento Semântico (CMS);
3. O *framework* efetua o *download* da ontologia e a informa para o CMS. É feita uma busca na ontologia para cada termo extraído, por meio de comparação textual. Caso ele não seja mapeado diretamente, é feita uma busca ao Diretório Web, retornando as 10 categorias mais frequentes relacionadas ao termo e uma nova tentativa de mapeamento é feita para cada uma delas. Quando um termo é identificado junto à ontologia, ele é considerado um conceito, pois agora não existe somente um rótulo descrevendo-o, e sim uma definição formal existente na ontologia;
4. O *framework* receberá do Componente para Mapeamento Semântico uma lista contendo as URIs (identificadores) dos conceitos mapeados com a ontologia. O *framework*, então, gerará um novo arquivo contendo esses conceitos, assim como suas propriedades e super classes. Uma página Web é gerada com as informações relacionadas ao processo de anotação semântica, indicando quantos termos foram

extraídos, quantos foram mapeados diretamente com a ontologia, quantos foram mapeados por meio da utilização do Diretório Web, qual o percentual de mapeados associado à anotação e um *link* para o arquivo contendo a anotação.

Maiores detalhes do SWA, no contexto deste trabalho, serão apresentados no Capítulo

6.

4 COMPARTILHAMENTO DE EXPERIÊNCIA DOCENTE

Em razão da abordagem proposta, este capítulo discute a importância do compartilhamento de experiência docente e descreve trabalhos que empregam esse compartilhamento de experiência de modo semântico e não semântico, utilizando-se ou não do uso de Objetos de Aprendizagem. São apresentadas as descrições, contribuições, limitações, e uma análise comparativa entre o trabalho apresentado nessa dissertação, e os trabalhos relacionados.

4.1 COMPARTILHAMENTO DE EXPERIÊNCIA DOCENTE

É importante nos processos de ensino e aprendizagem que professores compartilhem e discutam suas experiências, técnicas e metodologias de ensino. Entretanto, esse compartilhamento muitas vezes ocorre informalmente e de maneira restrita a grupos pequenos de professores. O compartilhamento de experiências acarreta entre outras vantagens, a possibilidade de melhorar recursos educacionais usados em aula, evitar a repetição de erros, divulgação de metodologias bem sucedidas, ajudar professores iniciantes ou substitutos, e proporciona o surgimento de novas ideias por meio das discussões.

Brito (2006) destaca a importância do reuso de experiências docentes, bem como o de OAs atrelados a essas experiências, onde o compartilhamento de maneira colaborativa das experiências possibilita, por exemplo, minimizar dificuldades na substituição de um docente, apoiar as atividades didático-pedagógicas e ajuda na busca pelo aperfeiçoamento contínuo do processo ensino-aprendizagem.

No caso dos OAs, o compartilhamento de experiência de uso pode acrescentar ao objeto informações que contribuirão com o seu uso em diversos contextos, e de seu

aperfeiçoamento, tornando o objeto mais rico em informação. Nos atuais metadados para recursos educacionais, o espaço é limitado para essa descrição de uso.

4.2 TRABALHOS RELACIONADOS

O DoceNet proposto em Brito (2006) e prototipado em Crispim *et. al.* (2007) é um ambiente computacional que possibilita a colaboração assíncrona e o reuso de materiais instrucionais e experiências em como utilizá-los, por meio de uma rede formal de docentes de uma mesma área temática, permitindo a validação e o consenso das discussões, resultando no registro formal das melhores práticas didáticas e pedagógicas em um determinado momento, apoiando o processo de ensino-aprendizagem. Na concepção do ambiente foram exploradas três vertentes: a) Fábrica de Experiências para explicitar e documentar o conhecimento dentro de uma empresa; b) Trabalho cooperativo apoiado por computador, para dar suporte ao processo de comunicação e colaboração entre os docentes e; c) OAs, para facilitar o acesso e reuso de materiais instrucionais compartilhados no ambiente.

Tanto para o registro das experiências no DoceNet, como os OAs, foi usada a abordagem de metadados. Entretanto, tal metadado possibilita que problemas semânticos, como ambiguidade, por exemplo, dificultem a recuperação da experiência de uso de um determinado objeto. Além disso, as contribuições no registro da experiência são permitidas apenas aos docentes de uma mesma área temática. Como um OA pode ser reutilizável em contextos diferentes, delimitar o metadado a uma área temática torna-o limitado. Nesse sentido, o presente trabalho visa a permitir que um mesmo objeto possua o registro de experiência de uso em diferentes domínios no qual o mesmo foi aplicado.

Em Gonçalves (2008) é apresentado o experiWiki, um repositório de experiências docentes baseados em Wiki semânticos, no qual possibilita o registro de experiências de

maneira não estruturada, mas com a possibilidade de anotá-las semanticamente, procurando explicitar o seu contexto e significado. Dados estruturados desenvolvidos dinamicamente no experiWiki são a base para a geração de metadados semânticos para o DoceNet, conforme Brito (2006) e Crispim *et. al.* (2007).

O experiWiki, segundo Gonçalves (2008), faz uso de uma ontologia, que evolui por meio das colaborações. Sua ontologia inicial consiste de: classes (que são representadas pelas categorias nas quais as páginas são inseridas); propriedades (páginas criadas no *namespace Property*); relações (são os *links* anotados semanticamente entre páginas); e instâncias (são páginas categorizadas). Essa ontologia é exportada para ferramenta de edição Protégé¹, onde é avaliada e melhorada, e serve de suporte para que o metadado do DoceNet seja semântico. A Figura 15 apresenta uma das telas do experiWiki com o compartilhamento de experiência docente anotado semanticamente.



Figura 15. Anotação no ExperiWik. Fonte: Gonçalves (2008)

Observa-se, no entanto, que o experiWiki, que faz uso do *Semantic Media Wiki*, não suporta alguns componentes e recursos próprios de uma ontologia, como por exemplo, os axiomas formais e restrições. Até mesmo definições básicas não são realizadas de maneira

¹ Disponível em: <http://protege.stanford.edu>

que possam ser exportadas e interpretadas por uma ferramenta de edição de ontologia, como por exemplo, as definições de quais propriedades pertencem a uma determinada classe, conforme cita Gonçalves (2008).

Além disso, como o próprio Gonçalves (2008), lembra, devido à flexibilidade que o ambiente possibilita pode acontecer que uma anotação semântica feita por um docente não contribua e até mesmo dificulte a recuperação da experiência anotada. Todavia, essas anotações podem ser modificadas por colegas que estejam a par da ontologia e sua estrutura ou pelo ambiente.

A busca de experiências e outras páginas do experiWiki são realizadas por meios de comandos em consultas embutidas, ou por meio de uma página especial *Semantic Search*. Essas buscas não são tão triviais aos docentes, visto que seria necessário um treinamento com os mesmos, para que pudessem aprender a maneira na qual são escritos os comandos de pesquisa.

Outro trabalho relacionado é o *Learning Object Discussion Environment (LODE)*, de Bussetti (2006), que é especificamente orientado para compartilhamento de relatos de experiências pedagógicas na construção e uso de OAs. O ambiente possibilita associar ao objeto as experiências do professor em como usá-lo, reutilizá-lo e readaptá-lo, descrevendo suas principais características e experiências vivenciadas em salas de aula. Possibilita, ainda, discussões pedagógicas e questões relacionadas às aplicações. Entretanto, essa possibilidade de comunicação e colaboração entre os docentes faz-se por meio de um fórum de uso geral, não havendo uma interação estruturada, nem tão pouco é associado ao metadado do OA tais discussões.

Por outro lado, os repositórios de OAs como, por exemplo, RIVED (2009) e MERLOT (2009) possibilitam que o compartilhamento de uso e outras anotações pertinentes a um OA sejam realizados por meio de comentários. Estes não são atrelados ao metadado do

objeto, nem tão pouco estruturados. Além disso, alunos também podem contribuir com os seus comentários. Por não serem estruturados, tais comentários limitam buscas contextualizadas, inferências e sugestões. A Figura 16 mostra como são apresentados os comentários de um OAF no repositório MERLOT.

The image shows two side-by-side screenshots of the MERLOT website. The left screenshot displays a list of comments for the resource 'DNA from the Beginning'. The comments are sorted by title and include fields for author, rating (e.g., ★★, ★★★★★), and date added. A red arrow points from a link labeled 'Comentário Detalhado' in the list to the right screenshot. The right screenshot shows the detailed view of a comment by Julia Stirling, including the material title, rating (★★★★★), classroom use (Not used in classroom), and the full text of the comment. The comment text discusses the resource's coverage of DNA topics and its organization. At the bottom of the right screenshot, there is a footer with copyright information and contact details.

Figura 16. Comentários de um OA no ROA Merlot

Já os metadados para descrição de recursos educacionais, como vistos no capítulo anterior, possibilitam o compartilhamento de experiência docente de modo estruturado. Entretanto, esse compartilhamento é limitado aos elementos, principalmente quando aplicados ao contexto educacional brasileiro. Informações como área e série em que o objeto foi utilizado, por exemplo, não são descritos nos atuais metadados ou perfis de aplicações. Caso um professor sinta a necessidade de expor essas informações, essa ocorreria por meio de um único campo descritivo da experiência de uso.

5 METADADO PARA OBJETOS DE APRENDIZAGEM FUNCIONAIS

Este capítulo apresenta as limitações dos metadados atuais, identificadas por meio de uma análise realizada em três etapas. A partir dessas observações é apresentada a estrutura da nova versão do MOAF, de Gomes *et. al.* (2007), denominado “MOAF 2.0”, na qual novos elementos foram adicionados, e outros estruturados de modo a atender os objetivos desse trabalho.

5.1 ELICITAÇÃO DE REQUISITOS

Com intuito de avaliar as descrições de OAFs por meio dos padrões de metadados, e de identificar, em um conjunto maior e diferenciado de objetos, as limitações dos atuais metadados, as seguintes etapas de elicitação de requisitos foram realizadas:

5.1.1 TESTE DE ADEQUAÇÃO

A primeira fase foi realizada com 20 OAFs para avaliação do repositório *Functional Learning Objects Collaborative System* (FLOCOS), apresentado em Gadelha *et.al.* (2008), esse repositório utiliza como metadado o MOAF. Os objetos escolhidos foram de diferentes características que variam entre licença (*opensource, freeware, pago*), meio (Web e *desktop*), e disponíveis para *download* ou uso *online*.

Esses OAFs foram selecionados de diferentes repositórios de objetos, como por exemplo, o BIOE - Banco Internacional de Objetos Educacionais (2009). Foram utilizados no teste, os objetos mais acessados dos repositórios.

5.1.2 ESTUDO DE CASO

A fim de reforçar as evidências da não adequabilidade dos atuais metadados para OAs na descrição dos OAFs, bem como verificar na prática a aplicabilidade de seu conceito, foi realizado um estudo de caso durante dois semestres no curso de Graduação em Ciência da Computação e no Mestrado em Informática da Universidade Federal do Amazonas, como relatado em Gomes *et. al.* (2009), onde foram oferecidas as disciplinas Metodologia de Implementação de *Software* (MIS) e Aplicações de TV Digital Interativa (ATVD) para os alunos da graduação e pós-graduação respectivamente.

Em ambas as disciplinas ocorreram aulas teóricas de OAs, com o objetivo de promover o entendimento dos seus conceitos, produção e formas de descrição por meio de metadados. Na disciplina ATVD, foram expostos os assuntos referentes ao funcionamento e criação de aplicações de TV Digital no Brasil, tendo como projeto final o desenvolvimento de aplicativos educacionais voltados para TV Digital Interativa sobre o paradigma de OAs, os OAFs-TV, com o objetivo de fazer um uso prático das aulas teóricas.

Este estudo de caso foi realizado com 29 alunos: cinco de pós-graduação (TVDI) e 24 de graduação, onde 14 alunos cursaram a disciplina TVDI e 10 cursaram a MIS. Na disciplina MIS, os alunos pesquisaram alguns OAFs disponíveis na Web e os reutilizaram na criação de *blogs*. Em uma etapa seguinte, esses alunos produziram seus próprios OAFs. Ao fim dessas atividades, os alunos de ambas as disciplinas, realizaram a descrição dos OAFs em diferentes metadados, relatando suas dificuldades e sugestões de aperfeiçoamento. Essas etapas serão vistas nas próximas seções.

5.1.2.1 Usando Objetos de Aprendizagem Funcionais

Na definição de OAs por Wiley (2000) é apresentado uma analogia do conceito com a estrutura atômica, para ilustrar a ideia de que é possível combinar pequenos componentes instrucionais que poderão ser reutilizados em diferentes contextos compondo assim outros OAs. A partir dessa ideia de combinações de OAs, os alunos de graduação da disciplina de MIS, realizaram a busca em ROAs e na Web por diferentes objetos digitais, tanto estáticos, quanto os funcionais. Em uma etapa seguinte a turma foi dividida em grupos para composição de *blogs* educacionais em diferentes temas, agregando a este os OAs pesquisados. A atividade resultou em cinco blogs:

- a) **Biologia:** *blog* construído para o contexto de biologia que apresenta um jogo em Flash® no qual o jogador controla um agente contaminante e tem como objetivo contaminar o maior número de pessoas possíveis, ilustrando os diferentes modos de contaminação por diferentes tipos de agentes. Este jogo pode ser considerado como um Objeto Jogo e/ou Objeto de Aprendizagem Esperto, ou simplesmente um OAF.
- b) **Sistema solar:** a Figura 17a ilustra o resultado deste *blog* construído pela composição de OAs simples como textos e figuras; de OMs como vídeo e imagem do dia, na qual possui atualizações diárias com imagens da NASA; de OE e/ou OM como uma animação em Flash® que mostra o movimento dos planetas em torno do sol, enquetes e um *feed* com atualizações de notícias relacionadas ao sistema solar.
- c) **Robótica:** seu objetivo é apresentar os benefícios da robótica na educação. Sua estrutura contém OAs simples como texto, figuras exibidas randomicamente e vídeos, este considerado como um Objeto de Mídia. O OAF que compõe a

estrutura do *blog* é um *chat* no qual os estudantes e interessados na área de robótica podem se reunir para debates e trocas de informações. A Figura 17b apresenta a página inicial desse *blog*.



Blog: “O Sistema Solar”

Blog: “Educação e Robótica”

Figura 17. Blogs Construídos com OAs

- d) Química: este *blog* aborda assuntos de química por meio de artigos (textos e imagens) e de OAs Virtuais com animações em Flash® que simulam experimentos químicos realizados em laboratório, este OAV também pode ser considerado como OE ou OJ ou OM, e conseqüentemente como um OAF.
- e) Física: este tem como contexto assuntos na área de física, sendo estruturado pela integração de OEs e/ou OMs: uma simulação em Flash® em que aluno deve calcular o ponto de cruzamento de dois veículos, um apresentação em *slides* e uma enquete sobre os assuntos de física.

5.1.2.2 Construindo Objetos de Aprendizagem Funcionais

Tanto nas disciplinas de MIS quanto na de ATVD os alunos construíram *software* segundo o paradigma de OAFs, ou seja, deviam ter fins educacionais e deviam ser construídos com as características básica dos OAs: reusabilidade e interoperabilidade.

Na disciplina de ATVD, para o estudo das diferentes tecnologias de criação de aplicativos em TV Digital, a turma realizou a atividade de elaboração e implementação de aplicativos educacionais. Independente da tecnologia utilizada para a construção, cada grupo de alunos deveria construir um júri simulado para TVDI (Televisão Digital Interativa) no qual o juiz, o réu, os advogados, tanto de defesa como de acusação, e as testemunhas deveriam realizar o julgamento de um suposto crime. O julgamento deveria decorrer normalmente, com uma diferença: os jurados poderiam estar em variados locais assistindo tudo pela televisão, e seus votos para acusação ou inocência ao réu é realizado pela interação com a TVDI. Essa aplicação inicialmente se destina ao curso de direito, porém, como foi concebido como Objeto de Aprendizagem Funcional, poder ser usada e/ou reutilizada em outros contextos, como por exemplo, trocando-se os vídeos e o conteúdo dos textos exibidos, a mesma aplicação poderá exibir uma aula de geografia em que de acordo com a resposta do aluno outro vídeo será exibido. A Figura 18 ilustra uma tela de um dos aplicativos construídos pelos alunos.



Figura 18. Tela do Júri Simulado

Por outro lado, na disciplina de MIS, os grupos de alunos construíram cinco OAFs diferentes:

- a) Um jogo *sudoku* acoplado com um *chat*, com o objetivo inicial de ser usado em aulas de matemática, podendo ser reutilizado, por exemplo, em aulas de lógica.

- b) Um administrador de RPG (*Role-playing game*) no qual os jogadores assumem os papéis de personagens e criam narrativas colaborativamente, podendo ser usado em aulas de lógica e raciocínio, ou história, por exemplo.
- c) Um “Conte um Conto” onde diversos alunos podem construir colaborativamente uma história, sendo possível adicioná-la em um *blog* ou qualquer outra página HTML, podendo ser usado em aulas de história ou português, por exemplo.
- d) Um repositório de arquivos para armazenamento e gerenciamento de materiais educacionais estáticos, como textos, músicas ou imagens.
- e) Por fim, um *Quiz* para TVD, em que o mesmo com apenas a edição de um bloco de notas poderá alterar as perguntas do questionário, o que permite ser reusado em diversos contextos de ensino.

Nessa atividade não foi determinado uma linguagem ou metodologia específica para produção dos OAFs. No entanto, os alunos tinham como objetivo desenvolver objetos que permitissem a sua reutilização em diferentes contextos de ensino e diferentes ambientes de aprendizagem. Para isso, os alunos deveriam prever algumas aplicabilidades dos objetos, permitindo a configuração, edição e extensão do objeto.

Além da construção dos OAFs, os alunos descreveram os mesmo, em padrões de metadados, como será visto na próxima seção.

5.1.2.3 Descrevendo OAFs

Após as fases de uso e criação de OAFs, descritas nas seções anteriores, os alunos descreveram os objetos nos padrões de metadados, apresentando relatórios com as

observações, dificuldades e sugestões encontradas na descrição dos seus OAFs com os metadados.

Em MIS, após a realização das pesquisas de OAs e elaboração dos *blogs*, os alunos usaram o metadado DC para a descrição geral do *blog* e os metadados LOM e MOAF não só para a descrição do *blog* como um todo, mas também na descrição dos OAs utilizados na composição do *blog*. Na fase seguinte, após a atividade de elaboração e desenvolvimento dos OAFs, os alunos descreveram seus objetos no metadado LOM, e utilizaram o repositório FLOCOS (*Functional Learning Object Collaborative System*), apresentado em Gadelha (2008).

Já em ATVD foi utilizado apenas o MOAF para descrição das aplicações em TV Digital Interativa. No relatório final do projeto da aplicação do júri simulado, um capítulo foi destinado à descrição da aplicação no MOAF, bem como as observações relacionadas a essa descrição.

5.1.3 PROVA DE CONCEITO

A terceira e última fase ocorreu com a descrição dos OAFs que compõe o conjunto referencial de características representativas abordado na seção 2.3. A análise não ocorreu com os perfis de aplicações, por serem estes, em sua grande maioria, uma redução ou combinação dos elementos dos metadados DC e LOM. Os elementos que não compõe o DC e LOM, como elementos descritores de uma característica específica de OAs, foram analisados à parte. Destarte, a análise das limitações ocorreu apenas com os metadados DC, LOM e MOAF. As descrições dos OAFs ocorreram tanto na antiga versão do MOAF, quanto na nova, apresentada neste trabalho como MOAF 2.0.

5.2 LIMITAÇÕES DOS METADADOS NA DESCRIÇÃO DE OAFs

Em Gomes *et. al.* (2005; 2007), foram identificadas limitações nos atuais metadados na descrição de OAs com características de *software*. No metadado LOM, e/ou nos perfis de aplicações nele baseado, não foi possível descrever um OAF no elemento *cobertura* pertencente à categoria *Geral*, pois o mesmo pode não ser criado e/ou (re)utilizado para um tema ou uma área específica, o OAF não se restringe a um tempo, ou uma cultura ou ainda a uma região. Ainda na sessão *Geral*, o elemento *nível de agregação* não é satisfatório para a descrição de um OAF com os valores atuais (*unidade, lição, curso e conjunto de cursos*). Já na categoria *Aspectos Educacionais* no elemento *tipos de recurso do objeto*, os valores são limitados (*exercício, simulação, questionário, diagrama, figura, gráfico, slide, tabela, texto narrativo, exame, experiência, problema, conferência*), diante das possíveis ferramentas que possam ser usadas com propósito educacional.

Há, ainda, a inexistência de elementos que definam os arquivos de entrada ou saída, informação relevante na escolha do OAF, pois se ele necessitar de um arquivo ou parâmetro de entrada que o usuário não tenha disponível, seria inviável a utilização da ferramenta.

As limitações citadas em Gomes *et. al.* (2005), evidenciaram que os mesmos são limitados quanto à descrição dos OAFs, surgindo então o Metadado para Objetos de Aprendizagem Funcionais (MOAF), apresentado em Gomes *et. al.* (2007).

Na segunda fase de análise dos metadados, os alunos julgaram a documentação do LOM incompleta e com falta de maiores exemplificações. Eles ainda julgaram ser ineficiente o preenchimento de alguns elementos que possuem valores repetidos como o *source* que acaba sendo sempre *LOMv1.0*. Nas categorias que descrevem o ciclo de vida e os dados técnicos do objeto, os alunos julgaram desnecessários alguns elementos, como as *versões mínimas e máximas*, e todas as possibilidades de *software* compatíveis, pela impossibilidade de prover com alto grau de confiabilidade essas informações.

Em contraste, o DC foi de fácil preenchimento pelos alunos. Entretanto, esse metadado possui apenas elementos básicos para a descrição de um OA, informações referentes às questões pedagógicas e educacionais do objeto não são contempladas por esse metadado. Mesmo perfis de aplicação baseado no DC para educação, como o EDNA (2006), não possuem elementos que permitam a descrição da experiência no uso de OAs.

No MOAF houve uma facilidade maior de anotação dos objetos. Contudo, os resultados advindos do seu uso pelos grupos de alunos, demonstraram que alguns elementos precisavam ser modificados para uma melhor descrição dos OAFs. Essas melhorias serão vistas na Seção 5.3.

Tanto no metadado LOM, quanto no MOAF, os alunos sentiram dificuldades em definir os valores para *tipo de interatividade* e *nível de interatividade*, por não saberem qual métrica seria utilizada para definir o que é muito ou pouco interativo. As demais observações foram baseadas tanto nos relatos dos alunos, quanto nas demais fases de análise das descrições dos OAFs nos metadados.

Em OAF-TV os elementos dos metadados ainda são ineficientes na descrição de dados técnicos. Assim como há um elemento que descreva o sistema operacional no qual o OAF funciona, houve a necessidade de descrever em qual *middleware* o OAF-TV executa. *Middleware* no contexto de TV interativa é uma camada de *software* que faz a interface entre o *hardware* das *set-top-boxes* e as aplicações TVDI. Por sua vez, nos OAFs para dispositivos móveis houve a necessidade de descrição da plataforma na qual o objeto é executado. Plataforma é uma camada de *software* entre a aplicação (um jogo, por exemplo) e o sistema operacional do dispositivo. Essa camada seria responsável por abstrair os detalhes inerentes a cada dispositivo, definindo um conjunto de funções de mais alto nível, o que permitiria a portabilidade de uma mesma aplicação entre diferentes dispositivos.

É importante observar que por haver uma diversidade de objetos, torna-se necessário que metadados sejam extensíveis à criação de novos elementos, para que os mesmos descrevam necessidades ainda não contempladas pelos atuais metadados, ou mais específicas a um conceito dentro do universo de OAs, ou ainda, inerentes ao processo educacional de uma determinada região.

Na questão relativa ao compartilhamento de experiência docente, os elementos podem ser considerados insuficientes por não ser possível descrever, por exemplo, quais pré-requisitos um professor julga necessário para o uso de um objeto, quais atividades em conjunto possam ser realizadas, quais os conceitos, domínio e área serão abordados, que outros materiais complementares o professor indicaria ou usou em conjunto com o OAF.

Além da limitação dos metadados pela ausência de elementos que descreva características relevantes para promover o uso, reuso e descoberta de um artefato de *software* com fins educacionais, há ainda, a questão da semântica do preenchimento do metadado. Como alguns campos não possuem padronização no valor a ser descrito, e um mesmo objeto poderá ser aplicado em diferentes áreas do conhecimento, este poderá ser descrito de diferentes maneiras, de acordo com a visão e/ou uso que o professor teve com o OAF. Não há registro no metadado que descreva a qual domínio o objeto pertence ou foi aplicado. Deste modo, pode ocorrer que um vocábulo usado em uma descrição possua significado diferente de acordo com o domínio no qual o OAF foi aplicado, resultando em interpretações ambíguas e vetando buscas contextualizadas. Exemplificando: se um objeto é anotado como uma simulação utilizada em uma aula sobre “penas”, um professor de direito ao usar uma ferramenta de busca, poderá acreditar que o objeto será útil em suas aulas de direito penal. Porém, caso o objeto tenha sido utilizado no contexto biológico, o termo estará se referindo às “penas” das aves, e não às “penas” criminais.

A partir dessas limitações identificadas é apresentado neste trabalho um novo metadado, adaptando o MOAF de modo que o mesmo descreva a contento os OAFs. Essas adaptações serão vistas na próxima seção.

5.3 MODIFICAÇÕES DO MOAF

Para que fosse possível a implementação proposta ao MOAF de Gomes *et. al.* (2007), foi necessário que o mesmo sofresse algumas alterações em suas características iniciais, já que alguns elementos novos foram incluídos em sua estrutura e outros reestruturados, definindo assim um novo metadado, denominado “MOAF 2.0”.

Essas modificações ocorreram a fim de atender às questões relativas:

- a) Aos dados técnicos de um OA, enfatizando os artefatos de *software*;
- b) Aos dados educacionais e do compartilhamento de experiência docente, permitindo que o metadado de um objeto contenha um histórico dos diferentes contextos no qual o mesmo foi aplicado.
- c) A semântica do preenchimento dos elementos do metadado, definindo os domínios no qual o OAF foi desenvolvido ou reutilizado.

As alterações relativas às sugestões feitas pelos alunos no experimento descrito em Gomes *et. al.* (2009), foram:

- a) O elemento *responsável* dos *Dados de Criação e Distribuição* foi reorganizado em novos elementos: *nome*, *contato*, *instituição* e *papel desempenhado*.
- b) Novos valores para *meio de acesso* da categoria *Dados de Criação e Distribuição* incluindo agora aplicações *desktop* e *TV*.
- c) No elemento *tipo de aplicação* da categoria *Dados Técnicos*, os valores não são mais obrigatórios, e sim uma recomendação, possibilitando que outros

valores não previstos, sejam descritos. Por exemplo, aplicações para TVDI que foram descritas pelos alunos, apenas como “outros”.

- d) Em *requisitos* da categoria *Dados Técnicos* há um novo elemento, denominado *hardware* para a descrição dos elementos mínimos de configuração de *hardware* para execução do OA.
- e) Outro elemento novo de *requisitos* é o *middleware* para aplicações que executam em TV Digital.
- f) Também em *requisitos* da categoria *Dados Técnicos* foi definido um elemento denominado *plataforma* para OAFs executados em dispositivos móveis.

As demais alterações que buscavam satisfazer os objetivos dessa dissertação foram agregadas na categoria *Dados Educacionais*, existente na versão antiga do MOAF, e em uma nova categoria denominada *Domínio*. A Figura 19 ilustra a hierarquia das novas categorias do novo metadado.

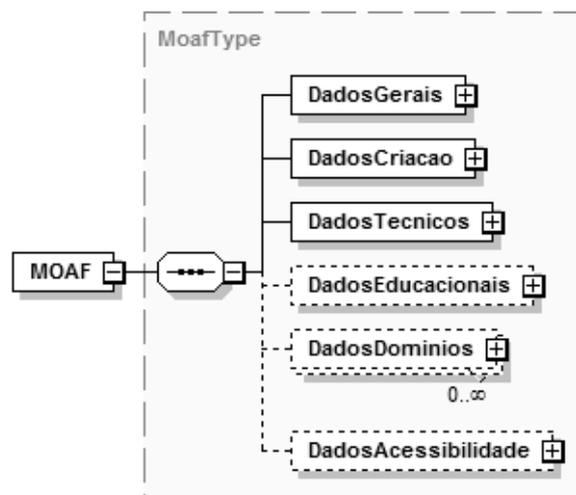


Figura 19. Representação visual das categorias do MOAF

Essa nova estruturação do “MOAF 2.0” será detalhada na seção seguinte.

5.3.1 ONTOLOGIAS DE DOMÍNIO NO MOAF

Como já mencionado anteriormente, os atuais metadados apresentam problemas semânticos no preenchimento dos elementos. Neste trabalho, as ontologias de domínio são consideradas como a tecnologia apropriada para solução desses problemas. A ideia consiste em agregar ao “MOAF 2.0” informações sobre o domínio no qual o OA foi aplicado, podendo ser modificados de acordo com o contexto e com a experiência de uso do objeto.

São inúmeras as aplicações decorrentes do uso de ontologias, porém, neste trabalho consideram-se apenas aquelas citadas em Noy e McGuinness (2001): verificar a consistência das informações contidas nos metadados, suportar a interoperabilidade, inferir informações, organizar conceitos, eliminar ambiguidade.

Com o intuito de se obter informações referentes às ontologias de domínio na qual o OAF foi usado e descrito, uma nova categoria foi agregada ao “MOAF 2.0”, denominada *Dados do Domínio*. Esta possui os seguintes elementos:

- a) *Título*: valor de referência para o domínio usado na descrição em *Dados Educacionais*. Este elemento é de preenchimento obrigatório.
- b) *Idioma*: especifica o idioma no qual foi descrita a ontologia de domínio. Usa o código de duas letras como definido pela norma ISO 639-1 (*letter codes*), conforme ISO (1999).
- c) *Domínio Geral* e *Domínio Específico*: descreve o domínio (área) a que ontologia pertence. Sendo o primeiro de preenchimento opcional e o segundo obrigatório.
- d) *Local*: endereço Web (URL) de onde está disponível a ontologia.
- e) *Data*: data de criação e/ou data da última atualização da ontologia.
- f) *Versão*: caso a ontologia possua versões.
- g) *Responsável*: dados referentes ao responsável pela criação ou atualização da ontologia.

- h) *Formato*: pode assumir inúmeros valores, visto que existem inúmeras linguagens disponíveis para a construção de ontologias como citadas em Prado (2004): Ontolingua/KIF, Cycl, Loom, Flogic, RDF(S), SHOE, XOL, OIL, DAML+OIL, OWL.
- i) *Descrição da Ontologia*: uma breve descrição sobre a ontologia.

5.3.2 EXPERIÊNCIA DOCENTE NO MOAF

Os elementos da categoria *Dados Educacionais* foram estruturados em duas subcategorias: *Propósito* e *Relato de Uso*, onde a primeira descreve as características referentes ao propósito no qual o OAF foi concebido, e a segunda disponibiliza a descrição da experiência de uso do OAF por parte dos educadores, registrando os diferentes contextos no qual o objeto foi aplicado. A Figura 20 ilustra essas alterações na categoria *Dados Educacionais*.

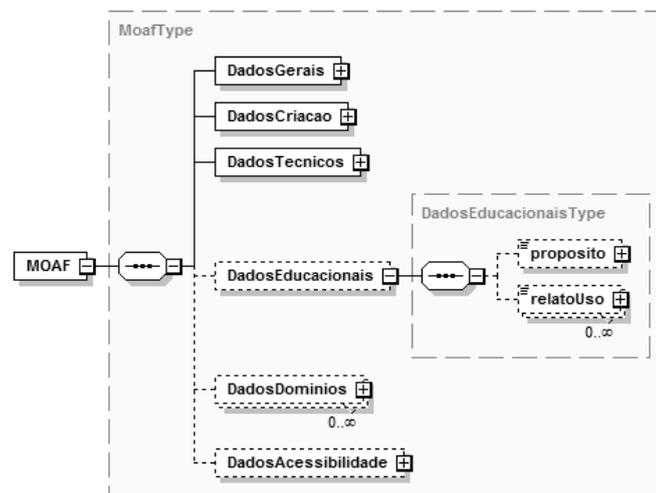


Figura 20. Representação visual da categoria Dados Educacionais

Essa nova estrutura é composta por novos elementos, alguns foram baseados no modelo Guia do Professor que compõe a documentação padrão para planejamento e

desenvolvimento de OAs para a Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED, 2009). Esses novos elementos são descritos a seguir:

- a) *Responsável e Data*: descrevem informações referentes ao responsável pela descrição da experiência de uso, e a data na qual foi realizada. Esses elementos compõem apenas a subcategoria *relato de uso*.
- b) *Domínio Usado e Domínio Proposto*: correspondem ao nome da ontologia de domínio no qual o OAF foi aplicado, devendo ser preenchido com o mesmo nome da ontologia que será descrita na categoria *Dados do Domínio*, este elemento pode ser repetido inúmeras vezes, visto que um objeto poderá ser multidisciplinar e possuir mais de uma ontologia de domínio.
- c) *Conteúdo*: descreve o conteúdo e os conceitos que serão vistos por meio do OAF.
- d) *Pré-Requisitos*: define os conhecimentos prévios que os alunos precisam para realizar a atividade.
- e) *Tempo previsto*: determina o tempo previsto na realização da atividade.
- f) *Complemento*: possibilita ao educador compartilhar dicas de conteúdo, ou aprofundar algum aspecto pedagógico que julgue importante para oferecer aos demais educadores. Pode indicar o uso de ferramentas tecnológicas, novas estratégias de aprendizagem, orientações metodológicas com aplicações práticas do tema apresentado, referências bibliográficas, entre outras informações que julgar interessante.
- g) *Objetivo Educacional*: Descreve relatos do uso educacional do OAF e sobre quem e quando foram utilizados e qual a característica definida para o uso. Este elemento possui dois outros subelementos:
 - a. *Descrição*: Descreve o objetivo educacional, além de outras anotações referentes à experiência com o uso do OAF.

- b. Anotação Semântica: Agrupa o conjunto de elementos que descrevem o tipo e o local da anotação semântica. Também possui outros subelementos:
 - i. *Local*: Define a URL correspondente a localização da anotação semântica da descrição do objetivo educacional
 - ii. *Tipo de Anotação*: Descreve a linguagem da anotação semântica. Semelhante ao elemento *Formato* da categoria *Dados do Domínio*.

Os demais elementos que compõe os *Dados Educacionais* foram herdados da versão anterior do MOAF (Gomes *et. al.*, 2007): *área, nível de escolaridade, idade, classificação (tipo de classificação e subcategoria), quantidade de participantes, dificuldade, tipo de interatividade e nível de interatividade*. Esses elementos, assim como toda a estrutura do “MOAF 2.0” são detalhados no Apêndice A.

A fim de viabilizar a possibilidade de uso e verificar se os objetivos do “MOAF 2.0” foram alcançados, o mesmo foi implementado em um repositório de OAs e são detalhados no Capítulo 6.

6 IMPLEMENTANDO O “MOAF 2.0” EM UM REPOSITÓRIO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM FUNCIONAIS

Este capítulo apresenta a implementação do repositório de objetos de aprendizagem (ROA) denominado FLOCOS, reestruturado como parte da investigação. São apresentadas as adaptações realizadas, a fim de agregar o “MOAF 2.0” e uma ferramenta de anotação semântica. Para exemplificação da proposta é apresentado um registro assistido por meio da instanciação de alguns OAFs utilizando o novo FLOCOS.

6.1 FLOCOS

O *Functional Learning Object Collaborative System* (FLOCOS), apresentado em Gadelha *et. al.* (2008) é um sistema colaborativo à construção de OAFs descrito por meio do metadado MOAF, sobre o qual os usuários interagem gerando novos objetos, ou mantendo os já existentes.

O sistema foi concebido tendo como base o Modelo 3C de Colaboração (Ellis *et. al.*, 1991, Fuks *et.al.*, 2007) buscando contemplar todas as dimensões do mesmo por meio de suas funcionalidades:

- a) *Comunicação*: Troca de mensagens objetivando um entendimento mútuo das atividades a serem desenvolvidas (Pimentel *et. al.*, 2008). No FLOCOS a comunicação ocorre no fórum de discussão e nas mensagens para usuários associado a um OAF. Deste modo, o sistema possibilita a discussão sobre os OAFs mantendo um histórico da utilização e evolução dos objetos.

- b) *Coordenação*: Objetiva ordenar o trabalho do grupo para que os objetivos sejam atingidos (Pimentel *et. al.*, 2008). O cadastro de usuários e o sistema de recomendações são funcionalidades do FLOCOS que atendem a essa dimensão.
- c) *Cooperação*: Operação conjunta dos membros do grupo no espaço compartilhado (Pimentel *et. al.*, 2008). No FLOCOS a cooperação realiza-se nos OAFs, por meio do cadastro dos objetos e pelo histórico de ações. Os usuários têm acesso aos objetos que são disponibilizados em um espaço compartilhado, e os usuários desses objetos, bem como seus desenvolvedores, comunicam-se de várias maneiras. Essa comunicação é associada ao OAF em discussão.

O FLOCOS diferencia-se dos demais ROAs por ter o foco na classe de objetos “Funcionais”, que não são contemplados pelos demais repositórios disponíveis. Outro diferencial do FLOCOS é a manutenção do histórico de conversação (discussões e mensagens) anexados a um determinado OAF. Tal característica contribui de modo determinante na cooperação, uma vez que o diálogo acerca das decisões de projeto dos objetos não é perdido.

Por ser um ROA projetado a atender a classe dos OAFs, e por fazer uso do MOAF o mesmo foi objeto de estudo para avaliação do novo metadado apresentando nesta pesquisa. A fim de atender aos objetivos deste trabalho foi acoplado à estrutura do FLOCOS o novo metadado, o “MOAF 2.0”, e uma ferramenta de anotação automática, o *Semantic Web Annotation Framework* de Neto (2009), conforme descrito na seção 3.3.1.1, essas adaptações serão descritas na seção a seguir.

6.1.1 MODIFICAÇÕES DO FLOCOS

O FLOCOS foi alterado tanto na sua estrutura quanto no seu design. As tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do novo FLOCOS foram:

- a) O gerenciador de banco de dados MySQL¹ versão 5.1.30. O antigo BD do FLOCOS foi atualizado para atender às novas características do “MOAF 2.0”, alguns campos novos foram adicionados e outros remodelados.
- b) O *framework* Grails², responsável pela construção de aplicações para Web por meio da linguagem de programação *Groovy* (uma linguagem dinâmica para a plataforma Java).
- c) O servidor Web Java, Apache Tomcat³ versão 6.0.

A seguir, cada uma das novas funcionalidades incorporadas ao FLOCOS é apresentada.

6.1.1.1 Cadastro de Usuários

Para obter acesso aos recursos dos FLOCOS, como por exemplo, a busca aos OAFs disponibilizados no repositório, o usuário deve acessar o sistema. Para tanto, este deve registrar-se por meio da opção *Registre-se* na tela inicial. A Figura 21 ilustra a página inicial do FLOCOS.

¹ Disponível em <<http://www.mysql.com>>

² Disponível em <<http://grails.org>>

³ Disponível em <<http://tomcat.apache.org>>



Figura 21. Página Inicial do FLOCOS

Uma vez registrado, o usuário poderá efetuar o *login* no sistema. Essa funcionalidade não foi alterada da versão anterior do FLOCOS, sendo apenas alterado o design das telas.

6.1.1.2 Cadastro de OAFs

Para postar um OAF, o usuário deve preencher um formulário de cadastro que contém os elementos que compõem os *Dados Gerais* do MOAF. Além do cadastro, é necessário que se faça um *upload* de uma pasta compactada contendo o(s) arquivo(s), que contém o OAF. A Figura 22 ilustra essa fase inicial do cadastro de um objeto.

Figura 22. Tela de Cadastro do FLOCOS

Do mesmo modo como ocorria na antiga versão do FLOCOS, após a transferência, o OAF já encontra-se disponível no sistema e pode ser acessado e usado por outros usuários. A partir deste momento, é recomendado que o usuário que postou o OAF termine o preenchimento dos dados, requeridos pelo MOAF, de modo a enriquecer as informações sobre o objeto, o que permitirá um melhor compartilhamento do OAF e de sua busca no sistema.

6.1.1.3 Busca e Lista dos OAFs

Para procurar um OAF, o usuário poderá acessar a página principal a qual lista os últimos OAFs cadastrados, e nela realizar a pesquisa pelas palavras-chave em alguns campos definidos. Ou ainda, poderá optar por uma busca em todos os elementos do metadado.

6.1.1.4 Cadastro de Ontologias

Um grande diferencial do novo FLOCOS é o cadastro e *upload* de ontologias de domínio. Essa característica possibilita que o FLOCOS seja não só um repositório de OAFs, mas também um repositório de ontologias. Deste modo, é possível que o repositório seja utilizado por educadores, alunos, desenvolvedores de OAs, e desenvolvedores de ontologias de domínio. A Figura 23 ilustra a tela de cadastro de ontologias de domínio no FLOCOS.

The screenshot shows the 'Criar DadosDominios' form in the FLOCOS@LES application. The form is organized into several sections:

- Titulo:** A text input field.
- Idiomas:** A dropdown menu with options PT, EN, and FR, and a '+]' button.
- Domínio Especifico:** A text input field.
- Data:** A date picker showing 22 June 2010.
- Versão:** A text input field.
- Responsáveis:** A dropdown menu with 'Admin Gretchen Torres de Macedo' selected, and a '+]' button.
- Descrição da Ontologia:** A large text area for description.
- Arquivo:** A file upload section with a button 'Escolher arquivo' and the text 'Nenhum ar...cionado'.

At the bottom left of the form is a 'Criar' button.

Figura 23. Tela de Cadastro de Ontologias no FLOCOS

A possibilidade de permitir que em um mesmo espaço organizem-se OAFs e ontologias de domínio traz à vantagem de tornar mais rápida a anotação semântica, já que a busca pela ontologia e pelo metadado acontecem no mesmo servidor. Além disso, facilita ao professor definir uma ontologia de domínio, já que o mesmo só precisará selecionar uma ontologia a partir de uma lista dada por meio de um *combobox*.

A página de acesso ao cadastro de ontologias não está necessariamente atrelada ao cadastro de um OAF. É possível que se cadastre uma ontologia de domínio sem associá-la a um OAF, do mesmo modo o inverso ocorre, ou seja, é possível cadastrar um OAF sem que este esteja associado a uma ontologia de domínio.

6.1.1.5 Busca e Lista das Ontologias

Uma lista de todas as ontologias de domínio cadastradas é apresentada na página *Lista de Dados de Domínio*. Nessa página é possível filtrar a exibição das ontologias por meio da busca por alguns campos determinados (nome, idioma, domínio específico e geral),

necessitando apenas, que o usuário digite a(s) palavra(s)-chave para a realização da pesquisa. A Figura 24 mostra a tela correspondente à busca e listagem das ontologias de domínio cadastradas no repositório.

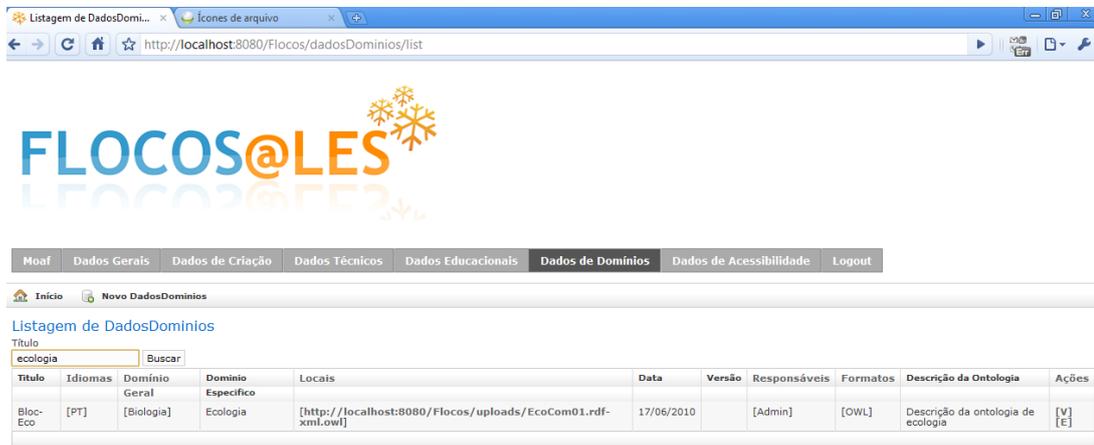


Figura 24. Listagem das Ontologias no FLOCOS

Outra apresentação das ontologias de domínio ocorre por meio do *combobox* nas páginas relacionados aos *Dados Educacionais*, onde é possível o usuário definir, no momento do cadastro, qual ontologia representa o vocabulário do domínio no qual o objeto poderá/foi usado/reutilizado.

6.1.1.6 Relato de Uso de OAFs

Na antiga versão do FLOCOS a discussão do OAF era por meio de um *Fórum de Discussão*. No entanto, a ideia do fórum para o contexto deste trabalho não foi considerada como uma alternativa viável. Assim, uma nova funcionalidade foi adicionada ao FLOCOS, baseando-se no elemento *Relato de Uso* da categoria *Dados Educacionais* do MOAF. É por meio dessa descrição que professores podem compartilhar suas experiências de uso com um determinado OAF. A Figura 25 apresenta uma parte da tela de “Criação de Relato de Uso”.

The image shows a web form titled "Criar RelatoUso". It contains several sections with dropdown menus and text input fields. The "Responsáveis" section has a list with "Admin" and "Gretchen Torres de Macedo". The "Data" section shows "22" for the day, "Junho" for the month, and "2010" for the year. The "Áreas" section lists "Agrária", "Biológicas", "Saúde", "Exatas e da Terra", and "Humanas". The "Domínios Usados" section has "Bloc-Eco". The "Níveis de Escolaridade" section lists "Educação Infantil", "Ensino Fundamental", "Ensino Médio", "Ensino Superior", and "Outros". Below these are input fields for "Idade", "Quantidade de Participantes", "Conteúdo", "Pré-Requisitos", and "Tempo Previsto". The "Objetivo Educacional" field is a large text area. The "Complemento" field is a small text input at the bottom.

Figura 25. Parte da Tela de Criação de Relato de Uso do FLOCOS

Qualquer professor *logado* no sistema poderá contribuir com seus comentários sobre um OAF, bastando apenas acessar a página que lista todos os OAFs do repositório, ou realizar uma busca específica sobre um objeto e acessar o link *relato*. Em seguida, o professor será redirecionado à tela de “Criação de Relato de Uso” (Figura 25) onde ele poderá preencher os elementos que julgar necessário. Se uma ontologia de domínio for definida pelo professor, e o elemento *Objetivo Educacional* for preenchido, automaticamente o SWA (Neto, 2009) será ativado, assim que o usuário clicar no link *criar*. Essa ação será detalhada na seção a seguir.

6.1.2 FLOCOS COM ANOTAÇÃO SEMÂNTICA

Após fazer o *download* de um OAF, e aplicá-lo em suas aulas, o professor poderá compartilhar com os colegas sua experiência no uso desse objeto. Independente da sua área e/ou do contexto no qual o OAF foi aplicado. No FLOCOS, esse relato será feito por meio da tela de “Cadastro de Relato de Uso”, como já apresentada na Figura 25 da seção 6.1.1.6.

Essa tela é composta pelos elementos da subcategoria *Relato de Uso*, da categoria *Dados Educacionais*, do metadado MOAF. Para que essa descrição de uso seja anotada semanticamente, é necessário definir uma ontologia de domínio que represente o domínio/contexto no qual o OAF foi aplicado. Também será necessário para a anotação, utilizar-se de um método e/ou ferramenta que faça essa anotação baseada na ontologia definida. Nesse contexto, foi integrado ao FLOCOS a ferramenta de anotação semântica *Semantic Web Annotation Framework (SWA)*, desenvolvido por Neto (2009).

Com o preenchimento dos elementos *Domínios Usados* e *Objetivo Educacional*, o FLOCOS gerará uma página HTML do texto descrito no *Objetivo Educacional* e envia como parâmetros ao *framework SWA*. Após essa passagem de parâmetros, contendo a URL da ontologia e da página HTML a ser anotada, o SWA irá controlar todo o processo de anotação semântica. As etapas que compõe esse processo são:

- a) Os componentes para extração de dados e os componentes para mapeamento semântico são carregados no início da execução (processo conhecido como *startup*).
- b) A página HTML gerada pelo FLOCOS a partir da descrição do *Objetivo Educacional* passa pelo componente de extração de dados, onde é gerado uma relação dos termos extraídos. Os detalhes dessa etapa de extração de dados são descritos na seção 3.3.1.1.
- c) Em seguida, o componente de mapeamento semântico recebe os termos extraídos e as URLs da(s) ontologia(s), definida(s) no elemento *Domínio Usado*.
- d) De posse dessas informações, o componente de mapeamento semântico realiza o mapeamento dos termos listados com os conceitos existentes na ontologia, retornando o conceito correspondente a este termo (caso tal conceito exista).

- e) Todos os conceitos que forem identificados serão reunidos em um arquivo anotado (arquivo contendo a anotação semântica) na linguagem OWL (versão DL), contendo os conceitos e suas descrições, conforme Neto (2009).

Após a criação desse arquivo anotado, sua URL será atribuída, automaticamente, no elemento Local, da subcategoria Anotação Semântica. E o elemento *Tipo de Anotação*, terá como valor atribuído: “OWL-DL”. Esse mesmo processo de anotação semântica ocorre no cadastro da subcategoria *Propósito* da categoria *Dados Educacionais*.

Caso nenhuma ontologia tenha sido definida no elemento *Domínios Usados*, o SWA não será invocado, e a descrição de uso relatada pelo professor não possuirá uma anotação semântica. Por outro lado, é permitida ao usuário a edição dos elementos concernentes à subcategoria *Anotação Semântica*, permitindo adicionar outras URLs que contenham uma anotação semântica do *Relato de Uso*. Assim, o usuário terá a opção de utilizar outra ferramenta de anotação semântica e/ou outra linguagem, diferente do framework SWA e/ou do OWL-DL. A Figura 27 apresenta a tela de cadastro de *Anotação Semântica* de um OAF, e a Figura 27 apresenta a tela de edição do *Relato de Uso*, a qual apresenta mais de uma anotação semântica atribuída a um único objeto.

Figura 26. Tela de Cadastro de Anotação Semântica do FLOCOS

Vale destacar, que o arquivo contendo a anotação semântica não é criado visando compreensão por usuários humanos, mas sim por sistemas computacionais, já que o objetivo é

ser utilizado por agentes de *software*, podendo inclusive seu conteúdo ser gerado em um momento distinto da utilização (Neto, 2009).



Figura 27. Tela de Edição do Dados Educacionais no FLOCOS

6.2 DESCREVENDO USOS DE UM OBJETO DE APRENDIZAGEM FUNCIONAL

Esta seção apresenta a descrição de um OAF no novo MOAF, dando ênfase na subcategoria *Relato de Uso* pertencente à categoria *Dados Educacionais* e na categoria *Dados Domínio*, a fim de exemplificar a descrição proposta neste trabalho.

O objeto descrito é o *E-Giz*, apresentado em Macedo *et. al.* (2004), um dos objetos que compõe o referencial descrito na seção 2.3. Por permitir a reusabilidade foi simulada a utilização deste OAF em duas disciplinas distintas, uma de biologia e outra em aulas de música, ambas em um ambiente de educação a distância.

Para a simulação da descrição de uso na aula de biologia, a ontologia de domínio utilizada foi a BLOC-Eco, segundo BLOC-ECO (2009), descrita na seção 3.2.2. Em contraste, a ontologia usada para a aula de música será a OntoMúsica, conforme Boff (2005), também descrita na seção 3.2.2.

A Figura 28 ilustra um trecho do MOAF na categoria *Dados Educacionais*, na subcategoria *Relato de Uso*. Um relato de uso do E-Giz foi realizado por um professor de biologia, e outro por um professor de música. As palavras sublinhadas destacam os termos (entidades) que possuem ligações com os termos das ontologias de domínio referente ao domínio usado. Esses termos foram anotados semanticamente em outra ontologia gerada pelo *Semantic Web Annotation Framework*.

| | |
|---|---|
| <pre> <relatoUso> </responsavel> </data> <area> biológicas</area> <dominioUsado> BLOC-Eco </dominioUsado> </nivelEsc> </idade> </classificacao> </qtdParticipantes> <conteudo>Classificação de hábitos alimentares</conteudo> <preRequisitos> É necessário que os alunos saibam distinguir a classificação dos hábitos alimentares dos seres vivos </preRequisitos> </tempoPrevisto> <objEdu> <descricao>No chat, cada aluno usou o quadro branco para desenhar um ser vivo pertencente a respectivas cadeias alimentares: <u>carnívoros</u>, <u>herbívoros</u>, <u>onívoros</u>, <u>detritívoros</u>, <u>insetívoros</u>, <u>hematófagos</u>. E os demais alunos deviam adivinhar qual classe o ser vivo desenhado pertencia. </descricao> <anotacaoSemantica> <localAnotacao> http://www.ufam.edu.br/moaf/OAF020RU01.owl</localAnotacao> <tipoAnotacao>OWL</tipoAnotacao> </anotacaoSemantica> </objEdu> <complemento>No site brasile scola.com é possível encontrar mais material sobre o assunto</complemento> </dificuldade> </tipoInteratividade> </nivelInteratividade> </relatoUso> </pre> | <pre> <relatoUso> </responsavel> </data> <area> letras e artes </area> <dominioUsado> OntoMusica </dominioUsado> </nivelEsc> </idade> </classificacao> </qtdParticipantes> <conteudo> História da Música </conteudo> </preRequisitos> </tempoPrevisto> <objEdu> <descricao> Para despertar interesses dos alunos na atividade, foram carregados ao chat imagens dos <u>instrumentos musicais</u> e a partir das imagens eram discutidos o <u>gênero musical</u>, o <u>período</u>, os <u>compositores</u> e <u>obras</u> correspondentes ao mesmo. </descricao> <anotacaoSemantica> <localAnotacao> http://www.ufam.edu.br/moaf/OAF020RU02.owl</localAnotacao> <tipoAnotacao>OWL</tipoAnotacao> </anotacaoSemantica> </objEdu> <complemento> Candé, Roland de (2001). História Universal da música. 2 vol. São Paulo: Martins Fontes </complemento> </dificuldade> </tipoInteratividade> </nivelInteratividade> </relatoUso> </pre> |
|---|---|

Figura 28. Estrutura dos Dados Educacionais

Como observado na Figura 28, o elemento *localAnotacao* apresenta uma URL que define o endereço da anotação semântica baseada na ontologia definida no elemento *dominioUsado*. A Figura 28 ilustra o termo “insetívoros” anotado semanticamente. Esse

termo foi utilizado pelo professor de biologia na sua descrição de objetivo educacional com o E-Giz. Tal anotação foi gerada pelo *Semantic Web Annotation Framework* baseado na ontologia BLOC-Eco, que define o conceito dos termos, a equivalência no italiano, a hierarquia de classes e a disjunção de classes.

É importante observar que um mesmo relato de uso possibilita ter diversas formas de anotação semântica, essas variações ocorrem de acordo com a ontologia utilizada. Deste modo, a descrição semântica será mais bem definida, se a ontologia utilizada for mais expressiva. Também é possível que uma mesma anotação semântica seja baseada em mais de uma ontologia de domínio, aumentando assim o percentual de termos mapeados na anotação, já que uma ontologia pode preencher a lacuna dos termos não mapeados da outra.

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:j.0="http://www.owl-ontologies.com/unnamed.owl#" >

  <rdf:Description rdf:about="http://www.owl-ontologies.com/unnamed.owl#INSETIVOROS">
    <j.0:_EQUIVALENTE_ITALIANO rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
      Insettivori </j.0:_EQUIVALENTE_ITALIANO>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/unnamed.owl#INSETIVOROS"/>
    <j.0:_CONCEITO_ITALIANO rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"> Essere
      vivente che si nutre di insetti. </j.0:_CONCEITO_ITALIANO>
    <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"> Ser vivo que se alimenta de
      insetos.</rdfs:comment>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/unnamed.owl#BIOTA"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/unnamed.owl#HEMATOFAGOS"/>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/unnamed.owl#CONSUMIDORES"/>
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/unnamed.owl#DETRITIVOROS"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/unnamed.owl#ONIVOROS"/>
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Class"/>
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Resource"/>
  </rdf:Description>
```

Figura 29. Anotação Semântica do Relato de Uso

Na Figura 30, um exemplo da descrição de uma das ontologias utilizadas na anotação semântica, o BLOC-Eco (BLOC-ECO, 2009), tal ontologia foi responsável pela anotação semântica exibida na Figura 29.

```

<Dominio>
  <titulo> BLOC-Eco </titulo>
  <idioma> pt </idioma>
  <dominioGeral> Biologia</dominioGeral>
  <dominioEspecifico> Ecologia </dominioEspecifico>
  <local> http://www.inf.pucrs.br/~ontolp/downloads/Projeto%20Bloc-Eco/EcoCom01.rdf-xml.owl </local>
  <data> 2004-08-13 </data>
  </versao>
  <responsavel>
    <nome> Claudia Zavaglia </nome>
    <contato>
      </email>
      <homepage> http://www.nilc.icmc.usp.br/nilc/projects/bloc-eco.htm </homepage>
    </contato>
    <instituicao> Núcleo Interinstitucional de Linguística Computacional </instituicao>
  </responsavel>
  <formato> OWL </formato>
  <descricaoOntologia> O Projeto Bloc-Eco destina-se a criação de uma base de conhecimento com
  informações ontológicas para termos de Ecologia na língua portuguesa </descricaoOntologia>
</Dominio>

```

Figura 30. Estrutura do Domínio

7 CONCLUSÃO

Há diversos termos e conceitos, encontrados na literatura, na definição de Objetos de Aprendizagem (OAs). De um modo geral, os OAs são tratados como pedaços instrucionais reutilizáveis, e de acordo com o autor, esses podem ser tanto recursos digitais, como não digitais, tornando, assim, a definição muito ampla. Um refinamento desta proposta, que busca uma maior aderência às especificidades do *software* são os Objetos de Aprendizagem Funcionais (OAF), conceito apresentado em Gomes (2005).

Apesar das divergências no conceito, os OAs possuem como característica comum o fato de serem descritos segundo um padrão de metadado. Há diversas iniciativas de metadados utilizados na descrição de OAs, algumas têm objetivos abrangentes, outras não possuem foco direcionado à descrição de conteúdo educacional, porém, são muito utilizadas em Repositório de OAs (ROAs), outras surgem da convergência de padrões.

Em Gomes (2005; 2007), foi apresentado uma análise dos padrões de metadados na descrição dos OAFs, verificando-se que os mesmo são limitados na descrição dos artefatos de *software* utilizados em contexto educacional. Deste modo, foi proposto em Gomes (2007), o Metadado para Objetos de Aprendizagem Funcionais (MOAF) que possui como foco a descrição de OAFs no contexto educacional brasileiro.

Neste trabalho, uma nova análise foi realizada nos metadados na descrição dos OAFs, avaliando-se a descrição das características técnicas do objeto, os aspectos pedagógicos ao contexto educacional brasileiro, e a possibilidade de compartilhamento de experiência docente no uso dos objetos. Essa análise foi realizada em três etapas: A primeira consistiu na organização e armazenamento de 20 OAFs para experimento do repositório *Functional Learning Objects Collaborative System* (FLOCOS). Na segunda etapa, foi realizado um estudo de caso durante dois semestres no curso de Graduação em Ciência da Computação e no

Mestrado em Informática da Universidade Federal do Amazonas, como relatado em Gomes *et. al.* (2009). A terceira e última etapa ocorreu com a descrição dos OAFs que compõe o conjunto referencial de características representativas abordado na seção 2.3.

As limitações dos metadados atuais ocorrem porque alguns não possuem elementos que descrevam as características educacionais do objeto, como o DCMI (2006), ou porque os elementos que compõe os metadados são insuficientes. Não é possível, por exemplo, descrever quais pré-requisitos um professor julga necessário para o uso de um objeto, quais atividades em conjunto podem ser realizadas, quais os conceitos, domínio e área são abordados, que outros materiais complementares o professor indica ou usou em conjunto com o OAF.

A partir das limitações percebidas nessa análise, foi implementado uma nova estrutura ao MOAF, denominado “MOAF 2.0”. Este novo metadado tem como finalidade não só descrever as características de *software* de um OA, como também descrever a experiência dos docentes no uso desse objeto.

É importante no processo ensino-aprendizagem que professores compartilhem e discutam suas experiências, técnicas e metodologias de ensino. Acredita-se que o compartilhamento de experiência docente no uso de um OA, irá melhorar os recursos educacionais usados em aula, evitará a repetição de erros, divulgará metodologias bem sucedidas, proporcionará o surgimento de novas ideias por meio das discussões, acrescentará ao objeto informações que contribuirão com o seu uso em diversos contextos, entre outras vantagens.

Vale ressaltar que apesar de o objetivo principal do MOAF ser a descrição dos OAFs, ele não se limita apenas a descrever esta categoria de objetos, mas também os demais OAs. Assim, a importância do compartilhamento de experiências docentes no uso de um OAF, e o

modo como essa descrição ocorre, poderá, também, ser aplicado nas demais categorias dos OAs.

Outra característica do “MOAF 2.0” está no uso de ontologias de domínio. A antiga versão do MOAF, assim como os demais metadados e perfis de aplicações, apresentam-se limitados no que diz respeito ao vocabulário utilizado pelos educadores. Como um mesmo objeto pode ser aplicado em diferentes áreas do conhecimento, ele poderia ser descrito de diferentes maneiras, de acordo com o uso que o professor teve com o OAF. No entanto, não haveria um registro no metadado que definisse em qual domínio o objeto foi utilizado. Deste modo, pode ocorrer que um vocábulo usado em uma descrição possua significado diferente de acordo com o domínio no qual o OAF foi aplicado, o que poderia resultar em interpretações ambíguas, dificultando buscas contextualizadas.

Para validação e análise dessa nova proposta foi implementado o “MOAF 2.0” em um repositório para OAFs, denominado *Functional Learning Objects Collaborative System – FLOCOS*, apresentado em Gadelha *et. al.* (2008) que foi adaptado para atender a nova estrutura do MOAF e para trabalhar em conjunto com uma ferramenta de anotação semântica automática, o *Semantic Web Annotation Framework*, Neto (2009). Algumas limitações inerentes a esta ferramenta de anotação foram “herdadas”, como por exemplo, o uso de apenas duas ontologias de domínio em uma anotação semântica. A partir da nova estrutura do FLOCOS foram descritos alguns OAFs de características representativas, evidenciando a viabilidade da proposta.

Por uma questão de limitação de tempo, não foi desenvolvida uma avaliação somativa, em situação real de uso por docentes, do repositório FLOCOS após a incorporação do método proposto.

7.1 CONTRIBUIÇÕES

Este trabalho contribuiu na investigação dos metadados que descrevem recursos educacionais, situando a importância dos artefatos de *software* que possuem características de OAs, os denominados Objetos de Aprendizagem Funcionais, ressaltando a importância no compartilhamento da experiência docente no uso de um OAF. Nesse contexto, destacam-se os seguintes fatores de contribuição:

- a) A identificação de (i) um conjunto de características representativas e (ii) de instâncias de OAFs, que podem ser utilizados como referência para a definição de metadados.
- b) A identificação das limitações dos atuais metadados na descrição de OAFs;
- c) Melhorias ao MOAF, permitindo que o mesmo pudesse representar as características de um OA como acessibilidade e reusabilidade, além de um histórico de uso do objeto por parte dos educadores;
- d) O desenvolvimento de um esquema de integração de ontologias de domínio para o registro de experiências.

7.2 TRABALHOS FUTUROS

Pela restrição do tempo, e/ou por serem consideradas fora do escopo desta pesquisa, algumas ações não puderam ser implementadas. Deste modo, sugerem-se como trabalhos futuros:

- a) Validação do esquema de uso apresentado (metadado em repositório de OAs) com professores de diferentes áreas em situações reais de uso.
- b) Analisar e/ou desenvolver novos mecanismos de anotação semântica baseada em ontologias por meio de anotação não intrusiva.

- c) Implementar serviços baseados em agentes de *software* com base na anotação semântica gerada a partir da descrição de uso por parte do educador – sistemas de recomendação, por exemplo.
- d) Avaliar a convergência do padrão de metadado OBAA com o MOAF.

REFERÊNCIAS

ANZ-LOM Metadata Application Profile. The Learning Federation. Versão 1.01, maio de 2008. Disponível em: <<http://www.thelearningfederation.edu.au/metadata>>. Acessado em janeiro de 2009.

ABDULMOTALEB El Saddik, *et.al.* Metadata for Smart Multimedia Learning Objects. In: Proceedings of the fourth Australasian Computing Education Conference. ACM-CSE, Melbourne, Australia, Dezembro 2000.

ARIADNE. Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe. Disponível em: <<http://ariadne.unil.ch>>. Acessado em janeiro 2009.

ASTD & SmartForce (2002, July). A Field Guide to Learning Objects. Learning Circuits. Disponível em: <<http://www.learningcircuits.org>>. Acessado em 2008.

BREITMAN, Karin Koogan. Web Semântica: O Futuro da Internet. Rio de Janeiro: LTC, 2005. 1º edição. ISBN 85-216-1466-7

BATTISTELLA, Paulo E. *et. al.* Classificação de Objetos de Aprendizagem e Análise de Ferramentas de Autoria. Anais do XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Florianópolis - SC - 2009, ISSN: 2176-4301

BIOE. Banco Internacional de Objetos Educacionais. Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>>. Acessado em maio de 2009.

BLOC-Eco. Elaboração de uma Base Léxico-Ontológica Computacional (Português) do Subdomínio da Ecologia – Bloc-Eco. Disponível em: <<http://www.nilc.icmc.usp.br/nilc/projects/bloc-eco.htm>>. Acessado em maio de 2009.

BOFF, Rogério Eduardo. Educação Musical à Distância Utilizando Ontologias. 2005. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) - Centro Universitário Feevale. Novo Hamburgo, RS. Disponível em: <<http://www.inf.pucrs.br/~ontolp/downloads-ontomusica.php>>. Acessado em maio de 2009.

BRITO, Mírian Cristiane Alves. Integrando Material Instrucional e Experiência em um Ambiente Colaborativo de Suporte à Docência no Âmbito de Áreas Temáticas em uma Instituição de Ensino Superior. Dissertação (Mestrado). Universidade Católica de Brasília, 2006

CANCORE. CanCore's Guidelines for the Access for All Digital Resource Description, Guidelines 2.0 documents, 2004. Disponível em: <<http://www.cancore.ca/en/guidelines.html>>. Acessado em janeiro de 2009.

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br>>. Acessado em fevereiro de 2009.

CELTS. Chinese E-Learning Technology Standard. China: 2003. Disponível em: <http://www.celtsc.edu.cn/DOCS/CD/CD1_6/1/CELTS-3-1.zip>. Acessado em janeiro de 2009.

CESTACORE. Cesta Metadado para Objetos de Aprendizagem para CESTA - Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/CESTACore.html>>. Acessado em fevereiro de 2009.

CLUBE NCL. Hackerteen Prototype. Disponível em: <http://clube.ncl.org.br/node/11>. Acessado em 2009.

DCMI. Dublin Core Metadata Element Set. Versão 1.1, janeiro de 2008. Disponível em: <<http://dublincore.org/documents/dces>>. Acessado em janeiro de 2009.

DC-Ed. Dublin Core Metadata Education Community. Disponível em: <<http://dublincore.org/groups/education>>. Acessado em janeiro de 2009.

DOSE. Distributed Open Semantic Platform. Disponível em: <<http://dose.sourceforge.net>>. Acessado em janeiro de 2010.

DOWNES, Stephen (2002). Smart Learning Objects. Disponível em <<http://education.qld.gov.au/learningplace/onlinelearning/courses/sdownesapril.html>>. Acessado em 2009.

DOWNES, Stephen. Learning Objects: Resources for Distance Education Worldwide. In: International Review of Research. In: Open and Distance Learning (2001).

DUVAL, E.; HODGINS, W. A LOM Research Agenda. In: Twelfth International World Wide Web Conference (WWW2003), 2003, Budapest, Hungary.

EDNA - Education Network of Austrália. EDNA Resources Metadata Application Profile. Versão 1.0, novembro de 2006. Disponível em: <<http://www.groups.edna.edu.au/course/view.php?id=1132>>. Acessado em janeiro de 2009.

ELLIS, C.A.; Gibbs, S.J., Rein, G.L. 1991. Groupware - Some Issues and Experiences. Communications of the ACM 34, (1), 38-58.

FAILTE. Guidelines for FAILTE Metadata. Versão: 1.2. Reino Unido: 2001. Disponível em: <<http://www.failte.ac.uk>>. Acessado em janeiro de 2009.

FRETZ Júnior, Sievers; GERMANO, José S. E; ALMEIDA, Felipe. A Utilização do Ambiente Weblab no Ensino Médio Utilizando Objetos de Aprendizagem Reais Interativos. In: Anais do XIX SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Fortaleza - CE, 2008. III

FUKS, H., Raposo, A., Gerosa, M.A., Pimentel, M. & Lucena, C.J.P. (2007). The 3C Collaboration Model. In: The Encyclopedia of E-Collaboration, Ned Kock (org), ISBN 978-1-59904-000-4, pp. 637-644.

GADELHA, Bruno Freitas; CASTRO-JR, Alberto Nogueira de; FUKS, Hugo. Representando Objetos de Aprendizagem Funcionais para TVDI. SET2007 – Congresso da Sociedade Brasileira de Engenharia de Televisão, São Paulo, agosto de 2007. Disponível em: <<http://www.les.inf.puc-rio.br/groupware>>. Acesso em junho de 2009.

GADELHA, Bruno; GOMES, Sionise; FUKS, Hugo; CASTRO, Alberto N. C. FLOCOS: Sistema Colaborativo à Construção de Objetos de Aprendizagem Funcionais. In: Anais do V Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos - SBSC 2008. Vila Velha, ES. ISBN: 978-0-7695-3500-5/08, Ed. IEEE-CS, pp. 215-223. Disponível em: <http://sionise.com/moaf/FLOCOS_SBSC2008.pdf>.

GUARINO, N. (1998) Formal Ontology and Information Systems. In: N. Guarino, (Ed.) Formal Ontology in Information Systems. pp. 3-15, IOS Press, Amsterdam, Netherlands.

GEM. Gateway to Educational Materials. Application Profiles for GEM 2.0 (2006). Disponível em: <<http://www.thegateway.org/about/documentation>>. Acessado em janeiro de 2009.

GIBBONS, A. S; NELSON, J; RICHARDS, R. (2000). The Nature and Origin of Instructional Objects. In: D. A. Wiley (Ed.), The Instructional Use of Learning Objects: Online Version. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/gibbons.doc>>. Acessado em dezembro de 2008.

GOMES, Eduardo Rodrigues; SILVEIRA, Ricardo Azambuja; VICARI, Rosa Maria. Objetos Inteligentes de Aprendizagem: Uma Abordagem baseada em Agentes para Objetos de Aprendizagem. In: Anais do XV SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Manaus- AM, 2004.

GOMES, Sionise Rocha; GADELHA, Bruno Freitas; MENDONÇA, Andréia Pereira; AMORETTI, Maria Suzana Marc. Objetos de Aprendizagem Funcionais e as Limitações dos Metadados Atuais. In: Anais do XVI SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Juiz de Fora- MG, 2005. Disponível em: <http://sionise.com/moaf/OAF_SBIE2005.pdf>

GOMES, Sionise Rocha; GADELHA, Bruno Freitas; MENDONÇA, Andréia Pereira; JÚNIOR, Alberto Nogueira de Castro. Uma Proposta de Metadado para Objetos de Aprendizagem Funcionais. In: Anais do XVIII SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. São Paulo - SP, 2007. Disponível em: <http://sionise.com/moaf/MOAF_SBIE2007.pdf>.

GOMES, Sionise Rocha; GADELHA, Bruno Freitas; JÚNIOR, Alberto Nogueira de Castro. Objetos de Aprendizagem Funcionais: Uma Abordagem Prática. In: Anais do XX SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Florianópolis - SC - 2009, ISSN: 2176-4301. Disponível em: <http://sionise.com/moaf/OAF_Pratica_SBIE2009.pdf>.

GÓMEZ-PÉREZ, Asunción; FERNÁNDEZ-López, Mariano; CORCHO, Oscar. *Ontological Engineering: With Examples from the Areas of Knowledge Management, E-commerce and the Semantic Web*. Berlim, Springer-Verlag London, 2004. ISBN 1-85233-551-3

GONÇALVES, José Jesse. *Um Repositório de Experiência Docente Integrando Estrutura a priorir emergente a partir da abordagem de Wiki Semântico*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Brasília, 2008.

GLONVEZYNSKI, Régis Alessandro. *Modelo de Anotação de Documentos para a Codificação do Conteúdo Semântico no Processo de Autoria*. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.

GRUBER, Thomas R. *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*. In: *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 43, Issues 4-5, Novembro de 1995, pp. 907-928. Disponível em: <http://tomgruber.org/writing/onto-design.htm>. Acessado em maio de 2009.

HANDSCHUH, S.; STAAB, S. *Authoring and Annotation of Web Pages in CREAM*. In: *Proceedings of the 11th International World Wide Web Conference (WWW2002)*, Honolulu, Hawaii, USA, 2002.

IEEE. Institute of Electrical and Electronics Engineers. *Learning Object Metadata - 2002*. Disponível em: <http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>. Acessado em dezembro de 2008.

IEEE. Institute of Electrical and Electronics Engineers. *Draft Standard for Learning Object Metadata*, 15 de julho de 2002. Disponível em: http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf. Acessado em dezembro de 2008.

IMS Global Learning Consortium, Inc. *IMS Meta-data Best Practice Guide for IEEE 1484.12.1-2002 Standard for Learning Object Metadata*. Versão final 1.3. Revisão em 31 de agosto de 2006.

ISO - International Organization for Standardization. *ISO 639-1 Letter Codes*. Modificado em: setembro de 1999. Disponível em: <http://www.w3.org/WAI/ER/IG/ert/iso639.htm>. Acessado em fevereiro de 2009.

ISRACORE. The Israel Internet Association, IsraCore. Disponível em: <http://www.iucc.ac.il/lo/isracore1.htm>. Acessado em janeiro de 2009.

JESUS, Elieser Ademir de; URIARTE, Monica Zewe; RAABE, André Luis Alice. *Zorelha: Um Objeto de Aprendizagem Para Auxiliar o Desenvolvimento da Percepção Musical em Crianças de 4 a 6 Anos*. XX SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Florianópolis - SC - 2009, ISSN: 2176-4301.

KAHAN J. *et. al.* *Annotea: An Open RDF Infrastructure for Shared Web Annotations*. In: *Proceedings of the WWW10 International Conference*, Hong Kong, 2001.

KALYANPUR, A. *et.al.* SMORE - Semantic Markup, Ontology, and RDF Editor. In: Proceedings of 3rd International Semantic Web Conference - (ISWC-2004), Japão, 2004.

KASAMA, Deni Yuzo. Estruturação do Conhecimento e Relações Semânticas: Uma Ontologia para o Domínio da Nanociência e Nanotecnologia. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. São José do Rio Preto: 2009.

KIRYAKOV, Atanas; *et. al.* Semantic Annotation, Indexing and Retrieval. In: Journal of Web Semantics. Vol. 2, nº 1, 2004, p. 49-79.

KOGUT, P.; HOLMES, W. AeroDAML: Applying Information Extraction to Generate DAML Annotations from Web Pages. In: First International Conference on Knowledge Capture (K-CAP 2001), Workshop on Knowledge Markup and Semantic Annotation, Victoria, B.C, 2001.

LABVIRT. Laboratório Didático Virtual – USP. Simulação Objetos Interativos. Título: Tem Álcool na Gasolina. Disponível em: <<http://www.labvirt.fe.usp.br>>. Acessado em 2009.

LONGMIRE, W. A Primer on Learning Objects. 2001. Disponível em <<http://www.learningcircuits.org/mar2000/primer.html>>. Acessado em janeiro de 2009.

MACEDO, Gretchen Torres de; *et. al.* Objetos de Aprendizagem: Uma Experiência de Integração com um Ambiente Telemático. In: Anais do XV SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Manaus AM, 2004.

MOHAN, P.; BROOKS, C. Learning Objects on the Semantic Web. In: Proceedings of ICALT (pp. 195-199). Athens, Greece, 2003.

MORAIS, Alana. MELO, Lafayette. Metadados para Objetos de Aprendizagem. In: III Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica (CONNEPI). Fortaleza - CE - 2008.

NETO, Gilberto Martins dos Santos. Anotação Semântica de Recursos Web Baseada em Ontologias. 2009. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas.

NORLOM. Versão 1.1, outubro de 2008. Disponível em: <<http://www.itu.no/nssl/NORLOM>>. Acessado em fevereiro de 2009.

NOY, Natalya F.; MCGUINNESS, Deborah L. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. In: Technical Report, Knowledge System Lab, Stanford University, Stanford, CA, USA, 2001. Disponível em: <http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101-noy-mcguinness.html>. Acessado em abril de 2009.

OBAA. VICARI, Maria Rosa. *et. al.* Relatório Técnico RT-OBAA-01: Proposta de Padrão para Metadados de Objetos de Aprendizagem Multiplataforma. Rio Grande do Sul, julho de 2009. Disponível em: <http://www.portalobaa.org/obaac/padrao-obao/relatorios-tecnicos/RT-OBAA-01.pdf/view>. Acessado em 2010.

PEDRONI, M. (2006). Learning Strategies and Learning Objects' Structural Models: How to Classify Them. In: A. Méndez-Vilas, A. Solano Martín, J. M. G. and González, J. M., editors, Current Developments in Technology-Assisted Education, pages 1570–1574.

PESSOA, Marcello de Castro; BENITTI, Fabiane Barreto Vavassori. Proposta de um Processo para Produção de Objetos de Aprendizagem. Revista Eletrônica Hifen. PUC-RS. Uruguiana. Vol.32 – nº 62 - II Semestre - Ano 2008 - ISSN 1983-6511

PIMENTEL, M.; Fuks, H.; Lucena, C. J. P. Um Processo de Desenvolvimento de Sistemas Colaborativos baseado no Modelo 3C: RUP-3C-Groupware. Anais do IV Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação - SBSI 2008, 7 a 9 de abril de 2008 - Rio de Janeiro, Brasil.

PRADO, Simone das Graças Domingues. Um Experimento no Uso de Ontologias para Reforço da Aprendizagem em Educação a Distância. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

QUINN, C. Learning Objects and Instruction Components. In: Educational Technology & Society. v.3, n.2, Feb 2000. Disponível em: <http://ifets.ieee.org/discussions/discuss_feb2000.html>. Acessado em 2008.

QUINTON, S. R. Toward Adaptive Online Learning. Proceeding of the 5th IASTED - International Conference Computer and Avanced Technology in Education. Cancun, México, p. 469-474, Maio2002.

ROUYET, Juan Ignacio; MARTÍN, Victor. A Comparative Study of the Metadata in SCORM and Dublin Core. In: I Simpósio Luri-Disciplinar sobre Diseño Evaluación y Descripción de Contenidos Educativos Reutilizables. México 2004. Disponível em <http://spdece.uah.es/papers/Rouyet_Final.pdf>. Acessado em janeiro de 2009.

REEVE, Lawrence; HAN, Hyoil. Survey of Semantic Annotation Platforms. In: Proceedings of the 2005 ACM Symposium on Applied Computing. Santa Fe, New Mexico, Março de 2005. L. M. Liebrock, Ed. SAC '05. ACM, New York, NY, 1634-1638. ISBN: 1-68113-964-0. Disponível em: <www.pages.drexel.edu/~lhr24/pubs/2005SAC-WTA-548.pdf>. Acessada em dezembro de 2009.

REIF, G.; GALL, H.; JAZAYERI, M. WEESA: Web Engineering for Semantic Web Applications. In: 14th International World Wide Web Conference (WWW'05), 2005, 722-729 pp.

RIVED. Rede Internacional Virtual de Educação. Disponível em: <<http://www.rived.mec.gov.br>>. Acessado em abril de 2009.

SINGCORE- Singapore's Metadata Schema for Labeling Digital Learning Resources. Disponível em: <<http://www.ecc.org.sg/cocoon/ecc/website/singcore-17-jan-03.pdf>>. Acessado em janeiro de 2009.

SCORM. Advanced Distributed Learning Sharable Content Object Reference Model. Disponível em:

<<http://www.adlnet.gov/Technologies/scorm/SCORMSDocuments/2004%204th%20Edition/Overview.aspx>>. Acessado em janeiro de 2009.

SOSTERIC, M.; HESEMEIER, S. When is a Learning Object not an Object: A First's Step Towards a Theory of Learning Objects. In: *International Review of Research in Open and Distance Learning*. 2002. Disponível em <<http://www.irrodl.org/content/v3.2/soc-hes.html>>. Acessado em dezembro de 2008.

SOUTH, J. B. MONSON, D. W. (2000). A University-wide System for Creating, Capturing, and Delivering Learning Objects. In: D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/south.doc>>. Acessado em dezembro de 2008.

TALLIS, M. Semantic Word Processing for Content Authors. In: *Workshop Notes of the Knowledge Markup and Semantic Annotation Workshop (SEMANNOT 2003)*, Second International Conference on Knowledge Capture (K-CAP 2003), October 26, Sanibel, Florida, USA.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach; FABRE, Marie-Christine Julie Mascarenhas; TAMUSIUNAS, Fabrício Raupp. Reusabilidade de Objetos Educacionais. In: *RENTE - Revista Novas Tecnologias na Educação* – fev. 2003. Porto Alegre: UFRGS, Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação – CINTED VI, Nº 1.

TEIXEIRA, Jeane S. F; SÁ, Eveline J. V; FERNANDES, Clovis T. Representação de Jogos Educacionais a partir do Modelo dos Objetos de Aprendizagem. In: *Anais do XXVII Congresso da SBC. XIII Workshop sobre Informática na Escola. WIE 2007*, 30 de junho a 06 de julho de 2007. Rio Janeiro, RJ.

UK LOM Core- United Kingdom Learning Object Metadata Core. Versão 0.3, dezembro de 2004. Disponível em: <<http://www.cetis.ac.uk/profiles/uklomcore>>. Acessado em janeiro de 2009.

VARGAS-VERA, Maria. *et. al.* MnM: Ontology Driven Semi-Automatic and Automatic Support for Semantic Markup. In: *13th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW02)*, Siguenza, Spain, 2002, pp 379–391.

VETADATA. Vet Metadata Application Profile (Vetadata) Specification Document. Version 1.0, janeiro de 2009. Disponível em: <<http://e-standards.flexiblelearning.net.au/vetadata/index.htm>>. Acessado em fevereiro de 2009.

VIEIRA, Kelen Acquati. *et. al.* A fast and robust method for web page template detection and removal. In: *Proceedings of the 15th ACM International Conference on Information and Knowledge Management*, 2006.

W3C Working Draft, 10 December 2004. How People with Disabilities Use the Web. Disponível em: <<http://www.w3.org/WAI/EO/Drafts/PWD-Use-Web/#diff>>. Acessado em março de 2009.

WILEY, David. (1999) The Post-LEGO Learning Object. Disponível em <<http://wiley.byu.edu/post-lego/post-lego.pdf>>. Acessado em dezembro de 2008.

WILEY, D. A. (2000). 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: Online Version. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>. Acessado em dezembro de 2008.

WILGES, Beatriz. Um agente Pedagógico Animado no Papel de LMS Manipulando Objetos Inteligentes de Aprendizagem. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas - RS, 2006.

LEITURAS COMPLEMENTARES

WAZLAWICK, Raul Sidnei. Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. ISBN 978-85-352-3522-7

BARBALHO, Célia Regina Simonetti; MORAES, Suely Oliveira. Guia para Normalização de Teses e Dissertações. Manaus: UFAM, 2003. 74 p. ilust.

FURASTE, Pedro Augusto. Normas técnicas para o trabalho científico. Nova ABNT. Porto Alegre: Dáctilo Plus. 2003.

PUBLICAÇÕES

Até a data da defesa da dissertação, foram produzidos os seguintes relatos de resultados parciais do projeto:

GADELHA, Bruno; GOMES, Sionise; FUKS, Hugo; CASTRO, Alberto N. C. FLOCOS: Sistema Colaborativo à Construção de Objetos de Aprendizagem Funcionais. In: Anais do V Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos - SBSC 2008. Vila Velha, ES. ISBN: 978-0-7695-3500-5/08, Ed. IEEE-CS, pp. 215-223. Disponível em: <http://sionise.com/moaf/FLOCOS_SBSC2008.pdf>.

GOMES, Sionise Rocha; GADELHA, Bruno Freitas; JÚNIOR, Alberto Nogueira de Castro. Objetos de Aprendizagem Funcionais: Uma Abordagem Prática. In: Anais do XX SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Florianópolis - SC - 2009, ISSN: 2176-4301. Disponível em: <http://sionise.com/moaf/OAF_Pratica_SBIE2009.pdf>.

GOMES, Sionise Rocha; GADELHA, Bruno Freitas; JÚNIOR, Alberto Nogueira de Castro. Compartilhamento de Experiências Docentes no Metadados para Objetos de Aprendizagem Funcionais. In: 5th LACLO - Fifth Latin American Conference on Learning Objects. São Paulo - SP – 2010. (Congresso a ser realizado nos dias 27 de Setembro a 1 de Outubro de 2010).

APÊNDICES

APÊNDICE A: ESTRUTURA DO MOAF 2.0

1. DADOS GERAIS

Categoria que agrupa as informações gerais que descrevem um OAF. Seus campos são de preenchimento opcional, exceto nome e descrição. Entretanto, aconselha-se que todos os campos dessa categoria sejam preenchidos promovendo assim um primeiro contato com o OAF.

Quadro 1- Dado Gerais

| Nº | Nome do Elemento | Descrição do Elemento | Obrigatoriedade | Multiplicidade | Exemplo | Equivalente no LOM | Equivalente no DC |
|----|------------------|---|-----------------|----------------|--|--------------------|-------------------|
| 1 | Nome | Define o nome do OAF | S | 1 | E-Giz | 1.2 title | DC.Title |
| 2 | Palavra(s)-chave | Palavra(s)-chave que descreve informações importantes sobre o objeto. Cada palavra deverá ficar em uma <i>tag</i> | N | * | Chat, whiteboard | 1.5 keyword | DC.Subject |
| 3 | Descrição | Descrição textual da funcionalidade e/ou características do objeto | S | 1 | OA que possui as funções de sala de bate-papo e quadro branco. | 1.4 description | DC.Description |
| 4 | Idiomas | Idioma(s) utilizado no objeto. Usa o código de duas letras como definido pela norma ISO 639-1 (<i>letter codes</i>) (ISO, 1999) | N | * | pt (português) | 1.3 language | DC.Language |

Legendas: S = Sim, elemento de preenchimento obrigatório.

N = Não, elemento de preenchimento opcional.

* = Elemento que poderá assumir vários valores.

2. DADOS DE CRIAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

Categoria que agrupa as informações que descrevem as características relacionadas à criação do OAF, descrevendo a história e as entidades responsáveis que afetaram esse objeto durante sua evolução.

Quadro 2 - Dados de Criação e Distribuição

| Nº | Nome do Elemento | Descrição do Elemento | Obrigatoriedade | Multiplicidade | Exemplo | Equivalente no LOM | Equivalente no DC |
|----|--|--|-----------------|----------------|------------|--------------------|-------------------|
| 5 | Versão | Versão/edição do objeto | N | 1 | 1.0 | 2.1 version | |
| 6 | Data de Criação ou Data de Atualização | Data em que foi criado ou a data em que foi realizada a última alteração | N | 1 | 2004-10-11 | 2.3.3 date | DC.Date |
| 7 | Responsável | Informações sobre a instituição ou desenvolvedor | N | * | | 2.3 contribute | DC.Contributor |

| | | | | | | | |
|-------|----------------|---|---|---|---------------------------|-----------------|---|
| | | responsável pelo OAF | | | | | |
| 7.1 | Nome | Nome da instituição ou responsáveis pelo OAF | S | 1 | Gretchen Torres de Macêdo | 2.3.2 entity | DC.Contributor ou DC.Creator ou DC. Publisher |
| 7.2 | Contato | Informações sobre emails e sites do responsável pelo OAF. | S | * | | | |
| 7.2.1 | E-mail | E-mail(s) da instituição ou responsáveis pelo OAF | S | * | | | |
| 7.2.2 | Homepage | Homepage(s) da instituição ou responsáveis pelo OAF | N | * | | | |
| 7.3 | Instituição | Nome da instituição na qual o responsável atua | N | * | | 2.3.2 entity | DC.Contributor ou DC.Creator ou DC. Publisher |
| 7.4 | Papel | Descreve o papel exercido pelo responsável do OAF, seja na criação ou manutenção do objeto. | N | * | desenvolvedora | 2.3.1 role | |
| 08 | Licença | Licença do produto. Pode assumir os seguintes valores: <i>freeware, opensource, shareware, demo, trial, adware, comercializado.</i> | N | 1 | <i>freeware</i> | 6.3 description | DC.Rights |
| 09 | Meio de Acesso | Meios de distribuição do OAF ou acesso. Pode assumir os seguintes valores: <i>Desktop, TV, TV Digital Interativa, Web, WAP.</i> | S | * | <i>Web</i> | | |

3. DADOS TÉCNICOS

Categoria que agrupa informações que descrevem as características do OAF e os requisitos técnicos necessários para um bom funcionamento do objeto. Contribuindo assim para a descoberta e uso do OAF.

Quadro 3 - Dado Técnicos

| Nº | Nome do Elemento | Descrição do Elemento | Obrigatoriedade | Multiplicidade | Exemplo | Equivalente no LOM | Equivalente no DC |
|----|------------------|---|-----------------|----------------|---|--------------------|-------------------|
| 10 | Tamanho | Tamanho do OAF em bytes | N | 1 | 4000 bytes | 4.2 size | |
| 11 | Duração | Tempo estimado para execução de um OA como filmes, sons ou animações que não possuem interação com o usuário, pois este elemento não determina o tempo de interação que um usuário deverá ter com um determinado objeto. Por conseguinte, o valor será nulo se o objeto descrito for um funcional – OAF | N | 1 | | 4.7 duration | |
| 12 | Local | Local onde está disponibilizado o OAF pode ser um endereço <i>Web</i> , por exemplo | S | * | http://www.ppgi.ufam.edu.br/bgadelha | 4.3 location | |
| 13 | Requisitos | Descreve os requisitos necessários (<i>hardware/software</i>) para o funcionamento do OAF | N | 1 | | 4.4 requirement | |

| | | | | | | | |
|------|---------------------|---|---|---|--|--|--|
| 13.1 | Sistema Operacional | Sistema(s) operacional (is) no qual o OAF é executado | N | * | - Windows 98 ou superior - Linux | 4.4.1.2 name ou 4.6 other platform requirements | |
| 13.2 | <i>Browser</i> | <i>Browser</i> no qual o OAF executa | N | * | Todos | 4.4.1.2 name ou 4.6 other platform requirements | |
| 13.3 | Resolução | Define a resolução adequada para visualização do OAF | N | * | | | |
| 13.4 | <i>Plug-in</i> | Define quais programas adicionais (aplicativos auxiliares) aos <i>browsers</i> para desempenhar de maneira adequada uma tarefa específica | N | * | JVM 1.4 ou superior | 4.4.1.2 name ou 4.6 other platform requirements | |
| 13.5 | <i>Hardware</i> | Define as características mínimas de <i>hardware</i> para funcionamento do OAF | N | * | Disco rígido com 40 MB de espaço livre, Placa de vídeo SVGA... | 4.4.1.2 name ou 4.6 other platform requirements | |
| 13.6 | <i>Middleware</i> | Descreve qual <i>middleware</i> o OAF-TV é executado | N | * | Ginga | 4.4.1.2 name ou 4.6 other platform requirements | |
| 13.7 | Plataforma | Plataforma nas quais o OAF pode ser executado. Esse valor se aplica em objetos do tipo dispositivos móveis | N | * | Android (Google) Blackberry iPhone (Apple) Bada (Samsung) - plataforma ou SO? | 4.4.1.2 name ou 4.6 other platform requirements | |

| | | | | | | | |
|------|-------------------------------|---|---|---|--|--|--|
| | | | | | Symbian Windows Mobile Series 40, S60 e Maemo (Nokia) | | |
| 14 | Tipo de mídia | Tipo de mídia do OAF (formato de dados ou tecnologias usadas). Poderá assumir os seguintes valores: <i>texto, áudio, vídeo, imagem, software</i> | N | * | Texto e imagem | | |
| 15 | Tipos de aplicação | Tipo de aplicação do OAF. Recomendam-se os seguintes valores: <i>Java Applet, Web Service, Web Application, Flash</i> . Mas estes, não são obrigatórios, podendo ser utilizado outros valores para descrever tecnologias que até o presente momento não foram previstas | N | 1 | Java Applet | | |
| 16 | Parâmetros de Entrada | Define os parâmetros de entrada do OAF | N | * | | | |
| 16.1 | Nome do Parâmetro | Nome dos parâmetros | N | 1 | - paramNome - exhibirChat | | |
| 16.2 | Tipo de Parâmetro | Tipo de parâmetro de entrada do OAF. Pode assumir os seguintes valores: <i>numéricos, alfanuméricos, lógico</i> | N | 1 | - alfanumérico - lógico | | |
| 16.3 | Opcional | Especifica se o parâmetro é de uso opcional ou não | N | 1 | - não - sim | | |
| 16.4 | Métodos de Envio do Parâmetro | Utilizado quando o OAF é classificado com uma <i>web application</i> . Pode assumir os seguintes valores: <i>get e post</i> | N | 1 | - <i>get</i> - <i>get</i> | | |

| | | | | | | | |
|------|------------------------------------|--|---|---|--|--------------------------|--|
| 17 | Parâmetros de Saída | Define os parâmetros de saída do OAF | N | * | | | |
| 17.1 | Nome do Parâmetro | Nome dos parâmetros | N | 1 | | | |
| 17.2 | Tipo de Parâmetro | Tipo de parâmetro de entrada do OAF. Pode assumir os seguintes valores: <i>numéricos</i> , <i>alfanuméricos</i> , <i>lógico</i> | N | 1 | | | |
| 17.3 | Opcional | Especifica se o parâmetro é de uso opcional ou não | N | 1 | | | |
| 17.4 | Métodos de Envio do Parâmetro | Utilizado quando o OAF é classificado com uma <i>web application</i> . Pode assumir os seguintes valores: <i>get</i> e <i>post</i> | N | 1 | | | |
| 18 | Funções | Para aplicações do tipo <i>WebServices</i> | N | * | | | |
| 18.1 | Nome da Função | Nome da Função do <i>WebService</i> | N | 1 | | | |
| 18.2 | Descrição da Função | Descreve o objetivo da determinada função do <i>WebService</i> | N | 1 | | | |
| 18.3 | Parâmetro de Entrada | Define qual o parâmetro de entrada da função | N | 1 | | | |
| 18.4 | Parâmetro de Saída | Define qual o parâmetro de saída da função | N | 1 | | | |
| 19 | Observações de Instalação | Descreve os procedimentos necessários para a instalação e uso do OAF | N | 1 | Descompacte os arquivos no mesmo diretório de seu ambiente e instancie o arquivo <i>egiz.class</i> | 4.5 installation remarks | |
| 20 | Quantidade máxima de participantes | Determina a quantidade máxima de participantes suportados por um OAF em relação a sua capacidade técnica. | N | 1 | 50 | | |

4. DADOS EDUCACIONAIS

Categoria que agrupa informações que descrevem as características educacionais do OAF. Essas características são subdivididas em outras duas categorias: a) Propósito: no qual descreve as características educacionais para qual o OAF foi projetado. Geralmente esses valores são fornecidos pelos desenvolvedores do objeto. Seu preenchimento é obrigatório definindo ao menos o conteúdo abordado pelo OAF. b) Relato de uso: descreve as experiências docentes no uso do OAF. Este grupo de elementos poderá ser repetido inúmeras vezes, ou seja, a cada aplicação, ambiente e/ou público alvo os valores dos elementos poderão ser repetidos cada um preenchidos de acordo com o contexto no qual o OAF foi usado ou reutilizado.

Quadro 4 - Dados Educacionais

| Nº | Nome do Elemento | Descrição do Elemento | Obrigatoriedade | Multiplicidade | Exemplo | Equivalente no LOM | Equivalente no DC |
|------|------------------|--|-----------------|----------------|---------|--------------------|-------------------|
| 21 | Propósito | Descreve as características referentes ao propósito no qual o OAF foi concebido | S | 1 | | | |
| 21.1 | Área | Área de atuação a qual se aplica o OAF. Os valores dos atributos tiveram como base as recomendações da CAPES (2009): <i>Agrária; Biológicas; Saúde; Exatas e da Terra; Humanas; Sociais Aplicadas; Engenharias; Linguística, Letras e Artes; Outras; Todas</i> | N | * | Todas | | |

| | | | | | | | |
|---------|-----------------------|---|---|---|--------------------------------|-----------------------|--|
| 21.2 | Domínio Proposto | Nome da(s) ontologia(s) de domínio referente ao domínio/contexto do qual OAF foi concebido. Deve corresponder ao nome de uma ontologia descrita na categoria “Dados de Domínio”. Este elemento pode ser repetido inúmeras vezes, visto que um objeto poderá ser multidisciplinar e possuir mais de uma ontologia de domínio | N | * | | | |
| 21.3 | Nível de Escolaridade | Pode assumir os seguintes valores: <i>Educação Infantil; Ensino Fundamental; Ensino Médio; Ensino Superior; Outros</i> (pós-graduação, por exemplo); <i>Todos</i> | N | * | Todos | | |
| 21.4 | Idade | Idade média dos usuários/alunos que usarão o OAF | N | 1 | Todas as idades | 5.7 typical age range | |
| 21.5 | Classificação | Classificação baseada no modelo 3C apresentado originalmente em Ellis <i>et. al.</i> (1991) | N | * | | | |
| 21.5.1 | Tipo Classificação | Define o tipo de classificação do OAF e pode assumir os seguintes valores: <i>comunicação coordenada</i> ou <i>colaboração</i> | S | 1 | - Comunicação - Colaboração | | |
| 21.5.2. | Subcategoria | Se um objeto for classificado como de Comunicação ele então poderá ser: <i>assíncrona</i> ou <i>síncrona</i> | N | 1 | Síncrona | | |
| 21.6 | Conteúdo | Descreve o conteúdo e os conceitos que serão vistos por meio do OAF. Baseado no modelo “Guia do Professor” do RIVED (2009) | N | 1 | | | |
| 21.7 | Objetivo Educacional | Descreve relatos do uso educacional do OAF e sobre quem e quando foram utilizados e qual a característica definida para o uso. | N | 1 | | | |

| | | | | | | | |
|----------|-----------------------------------|---|---|---|---|------------------|--|
| 21.7.1 | Descrição do Objetivo Educacional | Descreve o objetivo educacional, além de outras anotações referentes à experiência com o uso do OAF | N | 1 | - Em meu curso apliquei o uso do chat apenas para um número de 10 usuários, assim pude avaliar melhor o desempenho de cada aluno... | 5.10 description | |
| 21.7.2 | Anotação Semântica | Agrupa o conjunto de elementos que descrevem o tipo e o local da anotação semântica | N | * | | | |
| 21.7.2.1 | Local da Anotação | Define a URL correspondente a localização da anotação semântica da descrição do objetivo educacional | S | 1 | | | |
| 21.7.2.2 | Tipo de Anotação | Descreve a linguagem da anotação semântica. Pode assumir inúmeros valores, visto que existem inúmeras linguagens disponíveis a construção de ontologias como citadas em Prado (2004): Ontolingua/KIF, Cycl, Loom, Flogic, RDF(S), SHOE, XOL, OIL, DAML+OIL, OWL | S | 1 | | | |
| 21.8 | Pré-Requisitos | Define os conhecimentos prévios que os alunos precisam ter para realizar a atividade. Baseados no modelo “Guia do Professor” do RIVED (2009) | N | 1 | | | |
| 21.9 | Tempo Previsto | Determina o tempo previsto na realização da atividade. Baseados no modelo “Guia do Professor” do RIVED (2009) | N | 1 | | | |
| 21.10 | Complemento | Possibilita ao educador compartilhar dicas de conteúdo, ou aprofundar algum aspecto pedagógico que julgue importante para oferecer aos demais educadores. Pode indicar o uso de ferramentas tecnológicas, novas estratégias de aprendizagem, orientações | N | 1 | | | |

| | | | | | | | |
|-------|-------------------------|---|---|---|------------|--|--|
| | | metodológicas com aplicações práticas do tema apresentado, referências bibliográficas, entre outras informações que julgar interessante. Baseados no modelo “Guia do Professor” do RIVED (2009) | | | | | |
| 21.11 | Dificuldade | Nível de dificuldade no uso do OAF. Pode assumir os seguintes valores: <i>facilimo, fácil, médio, difícil ou super difícil</i> | N | 1 | Médio | 5.8 difficulty Obs: Os valores no MOAF são em português e no LOM em inglês. | |
| 21.12 | Tipo de Interatividade | Define como é a interatividade do OAF. Podendo ser: <i>ativa ou passiva</i> | N | 1 | Ativa | 5.1 interactivity type | |
| 21.13 | Nível da Interatividade | Grau de interatividade que o OAF oferece. Assume os valores: <i>baixa, alta ou muito alta</i> | N | 1 | Alta | 5.3 interactivity level | |
| 22 | Relato de Uso | Disponibiliza a descrição da experiência de uso do OAF por parte dos educadores, registrando os diferentes contextos no qual o objeto foi aplicado | N | * | | | |
| 22.1 | Responsável | Dados do responsável pelo relato da experiência docente no uso do OAF. Esse elemento é idem ao grupo de elementos 7 | N | * | | 8.1 person | |
| 22.2 | Data | Define a data em que o responsável usou o OAF e/ou a data em que experiência foi realizada | N | 1 | - Dez 2004 | 8.2 date | |
| 22.3 | Área | Idem ao elemento 21.1 | N | * | | | |
| 22.4 | Domínio Usado | Nome da(s) ontologia(s) de domínio referente ao domínio/contexto do qual OAF foi | N | * | | | |

| | | | | | | | |
|-------|-----------------------------|--|---|---|--|-----------------|--|
| | | reutilizado | | | | | |
| 22.5 | Nível de Escolaridade | Idem ao elemento 21.3 | N | * | | | |
| 22.6 | Idade | Idem ao elemento 21.4 | N | 1 | | | |
| 22.7 | Classificação | Idem ao grupo de elementos 21.5 | N | * | | | |
| 22.8 | Quantidade de Participantes | Quantidade máxima de participantes limitada quanto aos aspectos educacionais, onde o instrutor irá determinar a quantidade desejável para realização de uma atividade em um OAF. Obs: Esse campo não poderá ter um valor acima do valor definido no elemento 20 | N | 1 | | | |
| 22.9 | Conteúdo | Diferente na obrigatoriedade | N | 1 | | | |
| 22.10 | Pré-Requisitos | Idem ao elemento 21.8 | N | 1 | | | |
| 22.11 | Tempo Previsto | Idem ao elemento 21.9 | N | 1 | | | |
| 22.12 | Objetivo Educacional | Idem ao grupo de elementos 21.7 | N | 1 | | 8.3 description | |
| 22.13 | Complemento | Idem ao elemento 21.10 | N | 1 | | | |
| 22.14 | Dificuldade | Idem ao elemento 21.11 | N | 1 | | | |
| 22.15 | Tipo de Interatividade | Idem ao elemento 21.12 | N | 1 | | | |
| 22.16 | Nível de Interatividade | Idem ao elemento 21.13 | N | 1 | | | |

5. DADOS DE DOMÍNIO

Categoria que agrupa informações que descrevem as características das ontologias de domínio na qual o OAF foi usado e descrito. Como é possível representar as informações do OAF por diversas ontologias, esse grupo poderá ser repetido inúmeras vezes. Essa categoria é opcional, já que um OAF pode não está associada a nenhuma ontologia, mas caso o mesmo seja preenchido, os elementos mínimos a serem descritos são: *título e domínio específico*.

Quadro 5 - Dados Domínio

| Nº | Nome do Elemento | Descrição do Elemento | Obrigatoriedade | Multiplicidade | Exemplo | Equivalente no LOM | Equivalente no DC |
|----|--------------------|---|-----------------|----------------|---------|--------------------|-------------------|
| 23 | Título | Nome da ontologia. Este valor é referência para o domínio usado na descrição em “Dados Educacionais” | S | 1 | | | |
| 24 | Idioma | Específica o idioma no qual foi descrita a ontologia de domínio. Usa o código de duas letras como definido pela norma ISO 639-1 (letter codes) (Isso, 1999) | N | * | | | |
| 25 | Domínio Geral | Descreve o domínio geral (área) no qual a ontologia pertence | N | * | | | |
| 26 | Domínio Específico | Descreve o domínio específico (sub-área) no qual a ontologia pertence | S | 1 | | | |
| 27 | Local | URL de onde está disponível a ontologia na Web | S | * | | | |

| | | | | | | | |
|----|------------------------|---|---|---|--|--|--|
| 28 | Data | Data de criação e/ou data da última atualização da ontologia | N | 1 | | | |
| 29 | Versão | Descreve a versão caso a ontologia possua versões | N | 1 | | | |
| 30 | Responsável | Dados referentes ao responsável pela criação ou atualização da ontologia. Idem ao grupo de elementos 7 | N | * | | | |
| 31 | Formato | Pode assumir inúmeros valores, visto que existem inúmeras linguagens disponíveis a construção de ontologias como citadas em Prado (2004): Ontolingua/KIF, Cycl, Loom, Flogic, RDF(S), SHOE, XOL, OIL, DAML+OIL, OWL | N | * | | | |
| 32 | Descrição da Ontologia | Uma breve descrição sobre a ontologia | N | 1 | | | |

6. DADOS DE ACESSIBILIDADE

Categoria que agrupa informações que descrevem as características de acessibilidade. Os valores dos atributos tiveram como base as recomendações da W3C (2004). Essa categoria é de preenchimento opcional, visto que alguns OAFs não atendem características de acessibilidade para portadores de necessidades especiais.

Quadro 6 - Dados de Acessibilidade

| Nº | Nome do Elemento | Descrição do Elemento | Obrigatoriedade | Multiplicidade | Exemplo | Equivalente no LOM | Equivalente no DC |
|------|---|--|-----------------|----------------|------------|--------------------|-------------------|
| 33 | Tipo de Necessidade Especial | Pode assumir os seguintes valores: <i>visual, auditiva, física</i> (limitações de controle muscular, como movimentos involuntários, falta de coordenação, paralisia ou membros perdidos), <i>fala, cognitiva, neurológica, todas</i> | N | * | Visual | | |
| 34 | PNEE – Portadores de Necessidades Especiais | Descreve o tipo de acessibilidade para portadores de necessidades especiais, seja visual, auditiva ou neurológica | N | 1 | | | |
| 34.1 | Inaptidões Visuais | Descreve o tipo de acessibilidade visual para qual o OAF foi projetado. Poderá assumir os seguintes valores: <i>cegueira, sub-normal</i> (baixa visão), <i>daltônico</i> | N | * | Sub-normal | | |
| 34.2 | Inaptidões Auditivas | Descreve o tipo de acessibilidade auditiva para qual o OAF foi projetado. Poderá assumir os seguintes valores: <i>surdez</i> ou <i>dificuldade auditiva</i> | N | 1 | | | |
| 34.3 | Inaptidões Cognitivas e Neurológicas | Descreve o tipo de acessibilidade para pessoas com inaptidões cognitivas e/ou neurológicas a qual o OAF foi projetado. Poderá assumir os seguintes valores: <i>Dislexia; Dificuldade de Atenção; Retardado Mental, Síndrome de Down; Deficiência na Memória; Inaptidões de saúde mentais; Epiléticos; Inaptidões múltiplas; Relacionados ao Envelhecimento; Outras</i> | N | * | | | |

| | | | | | | | |
|----|-----------------------------|--|---|---|---|--|--|
| 35 | Descrição da Acessibilidade | Descreve as características de acessibilidade na qual o OAF possui | N | * | O usuário poderá alterar o tamanho da fonte, utilizando o comando de alterações de fonte. | | |
|----|-----------------------------|--|---|---|---|--|--|

APÊNDICE B: XML SCHEMA DA ESTRUTURA DO MOAF

Para implementação do MOAF 2.0 o mesmo é descrito em XML, e sua validação é realizada por meio da estrutura especificada no XML *Schema*, pois o XML *Schema* possui mais vantagens em relação ao DTD para especificar a sintaxe correta de um documento XML. Além disso, os demais metadados para OAs, como o LOM, também são descritos em documentos XML.

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified" version="MOAF XML 2.0"
xml:lang="pt">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>Schema XML para validação do Metadado para Objetos de Aprendizagem Funcionais 2.0</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <!-- CATEGORIAS DO MOAF -->
  <xs:element name="MOAF" type="MoafType"/>
  <xs:complexType name="MoafType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="DadosGerais" type="DadosGeraisType"/>
      <xs:element name="DadosCriacao" type="DadosCriacaoType"/>
      <xs:element name="DadosTecnicos" type="DadosTecnicosType"/>
      <xs:element name="DadosEducacionais" type="DadosEducacionaisType" minOccurs="0"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:schema>
```

```

        <xs:element name="DadosDominios" type="DominioType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
        <xs:element name="DadosAcessibilidade" type="DadosAcessibilidadeType" minOccurs="0"/>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<!-- Estrutura dos DADOS GERAIS -->
        <xs:complexType name="DadosGeraisType">
            <xs:sequence>
                <xs:element name="nome" type="xs:string"/>
                <xs:element name="palavraChave" type="xs:string" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
                <xs:element name="descricao" type="xs:string"/>
                <xs:element ref="idioma" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
            </xs:sequence>
        </xs:complexType>
<!-- Estrutura dos DADOS DE CRIACAO E ATUALIZACAO -->
        <xs:complexType name="DadosCriacaoType">
            <xs:sequence>
                <xs:element name="versao" type="xs:string" minOccurs="0"/>
                <xs:element name="data" type="xs:date" minOccurs="0"/>
                <xs:element ref="responsavel" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
                <xs:element name="licenca" minOccurs="0">
                    <xs:simpleType>

```

```
<xs:restriction base="xs:string">
  <xs:enumeration value="freeware"/>
  <xs:enumeration value="opensource"/>
  <xs:enumeration value="shareware"/>
  <xs:enumeration value="demo"/>
  <xs:enumeration value="trial"/>
  <xs:enumeration value="adware"/>
  <xs:enumeration value="comercializado"/>
  <xs:enumeration value="outra"/>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:element>
<xs:element name="meioAcesso" maxOccurs="unbounded">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:enumeration value="Desktop"/>
      <xs:enumeration value="TV"/>
      <xs:enumeration value="TV Digital Interativa"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```

```

</xs:enumeration value="Wap"/>
</xs:enumeration value="Web"/>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:element>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
<!-- Estrutura dos DADOS TECNICOS-->
<xs:complexType name="DadosTecnicosType">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="tamanho" type="xs:integer" minOccurs="0"/>
    <xs:element name="duracao" type="xs:duration" minOccurs="0"/>
    <xs:element name="local" type="xs:anyURI" maxOccurs="unbounded"/>
    <xs:element name="requisitos" minOccurs="0">
      <xs:complexType>
        <xs:sequence>
          <xs:element name="sistemaOperacional" type="xs:string" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
          <xs:element name="browser" type="xs:string" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
          <xs:element name="resolucao" type="xs:string" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
          <xs:element name="plugin" type="xs:string" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
        </xs:sequence>
      </xs:complexType>
    </xs:element>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>

```

```
<xs:element name="hardware" type="xs:string" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
<xs:element name="middleware" type="xs:string" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
<xs:element name="plataforma" type="xs:string" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="tipoMidia" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
    <xs:simpleType>
        <xs:restriction base="xs:string">
            <xs:enumeration value="texto"/>
            <xs:enumeration value="áudio"/>
            <xs:enumeration value="vídeo"/>
            <xs:enumeration value="imagem"/>
            <xs:enumeration value="software"/>
        </xs:restriction>
    </xs:simpleType>
</xs:element>
<xs:element name="tipoAplicacao" type="xs:string" minOccurs="0"/>
```

```

<xs:element name="parametroEntrada" type="parametro" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
<xs:element name="parametroSaida" type="parametro" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
    <xs:element name="funcao" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
        <xs:complexType>
            <xs:sequence>
                <xs:element name="nomeFuncao" type="xs:string" minOccurs="0"/>
                <xs:element name="descricaoFuncao" type="xs:string" minOccurs="0"/>
                <xs:element name="parametroEntrada" type="xs:string" minOccurs="0"/>
                <xs:element name="parametroSaida" type="xs:string" minOccurs="0"/>
            </xs:sequence>
        </xs:complexType>
    </xs:element>
    <xs:element name="obsInstalacao" type="xs:string" minOccurs="0"/>
    <xs:element name="qtdMax" type="xs:integer" minOccurs="0"/>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
<!-- Estrutura dos DADOS EDUCACIONAIS -->
<xs:complexType name="DadosEducacionaisType">
    <xs:sequence>

```

```

        <xs:element name="proposito" type="propositoType" minOccurs="0"/>
        <xs:element name="relatoUso" type="relatoUsoType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<!-- Estrutura dos DOMINIO -->
    <xs:complexType name="DominioType">
        <xs:sequence>
            <xs:element name="titulo" type="xs:string"/>
            <xs:element ref="idioma" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
            <xs:element name="dominioGeral" type="xs:string" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
            <xs:element name="dominioEspecifico" type="xs:string"/>
            <xs:element name="local" type="xs:anyURI" maxOccurs="unbounded"/>
            <xs:element name="data" type="xs:date" minOccurs="0"/>
            <xs:element name="versao" type="xs:string" minOccurs="0"/>
            <xs:element ref="responsavel" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
            <xs:element name="formato" type="xs:string" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
            <xs:element name="descricaoOntologia" type="xs:string" minOccurs="0"/>
        </xs:sequence>
    </xs:complexType>
<!-- Estrutura dos DADOS DE ACESSIBILIDADE -->
<xs:complexType name="DadosAcessibilidadeType">

```

```
<xs:sequence>
  <xs:element name="tipoPnee" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
    <xs:simpleType>
      <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="visual"/>
        <xs:enumeration value="auditiva"/>
        <xs:enumeration value="física"/>
        <xs:enumeration value="fala"/>
        <xs:enumeration value="cognitiva"/>
        <xs:enumeration value="neurológica"/>
        <xs:enumeration value="todas"/>
      </xs:restriction>
    </xs:simpleType>
  </xs:element>
  <xs:element name="pnee" minOccurs="0">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="inaptidaoVisual" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
```

```
<xs:simpleType>
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="cegueira"/>
    <xs:enumeration value="sub-normal"/>
    <xs:enumeration value="daltônico"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:element>
<xs:element name="inaptidaoAuditiva" minOccurs="0">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:enumeration value="surdez"/>
      <xs:enumeration value="dificuldade auditiva"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
<xs:element name="inaptidaoNeuro" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
  <xs:simpleType>
```

```

<xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="dislexia"/>
    <xs:enumeration value="dificuldade de atenção"/>
    <xs:enumeration value="retardado mental"/>
    <xs:enumeration value="síndrome de down"/>
    <xs:enumeration value="deficiência na memória"/>
    <xs:enumeration value="inaptidões de saúde mentais"/>
    <xs:enumeration value="epilético"/>

    <xs:enumeration value="inaptidões múltiplas"/>

    <xs:enumeration value="relacionados ao envelhecimento"/>
    <xs:enumeration value="outras"/>

</xs:restriction>

</xs:simpleType>

</xs:element>

</xs:sequence>

</xs:complexType>

</xs:element>

<xs:element name="descricaoPnee" type="xs:string" minOccurs="0"/>

</xs:sequence>
</xs:complexType>
<!-- ELEMENTOS SEMELHANTES NAS CATEGORIAS -->
<!-- Elemento idioma que é referenciado nos "Dados Gerais" e "Dominio" e possui restrição de 2 caracteres, conforme a norma ISO 639-1-->
<xs:element name="idioma">

```

```
<xs:simpleType>
  <xs:restriction base="xs:language">
    <xs:length value="2"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:element>
<xs:element name="area">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:enumeration value="agrária"/>
      <xs:enumeration value="biológicas"/>
      <xs:enumeration value="saúde"/>
      <xs:enumeration value="exatas e da terra"/>
      <xs:enumeration value="humanas"/>
      <xs:enumeration value="sociais aplicadas"/>
      <xs:enumeration value="engenharia"/>
      <xs:enumeration value="linguística"/>
      <xs:enumeration value="letras e artes"/>
      <xs:enumeration value="outras"/>
      <xs:enumeration value="todas"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```

```
</xs:simpleType>

</xs:element>

<!-- Elemento Nível de Escolaridade pertecente aos Dados Educacionais -->
<xs:element name="nivelEsc">

  <xs:simpleType>

    <xs:restriction base="xs:string">

      <xs:enumeration value="educação infantil"/>

      <xs:enumeration value="ensino fundamental"/>

      <xs:enumeration value="ensino médio"/>

      <xs:enumeration value="ensino superior"/>

      <xs:enumeration value="outros"/>

      <xs:enumeration value="todos"/>

    </xs:restriction>

  </xs:simpleType>

</xs:element>

<!-- Nível de Dificuldade no uso do OAF pertecente aos Dados Educacionais-->
<xs:element name="dificuldade">

  <xs:simpleType>

    <xs:restriction base="xs:string">
```

```
        <xs:enumeration value="facílmo"/>
        <xs:enumeration value="fácil"/>
        <xs:enumeration value="médio"/>
        <xs:enumeration value="difícil"/>
        <xs:enumeration value="super difícil"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:element>
<!-- Tipo de Interatividade do OAF pertecente aos Dados Educacionais -->
<xs:element name="tipoInteratividade">
    <xs:simpleType>
        <xs:restriction base="xs:string">
            <xs:enumeration value="ativa"/>
            <xs:enumeration value="passiva"/>
            <xs:enumeration value="mista"/>
        </xs:restriction>
    </xs:simpleType>
</xs:element>
<!-- Nível de Interatividade do OAF pertecente aos Dados Educacionais -->
<xs:element name="nivelInteratividade">
    <xs:simpleType>
```

```
<xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="baixa"/>
    <xs:enumeration value="alta"/>
    <xs:enumeration value="muito alta"/>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:element>
<!-- Classificação baseada no modelo 3C -->
<xs:element name="classificacao">
    <xs:complexType>
        <xs:sequence>
            <xs:element name="tipoClassificacao">
                <xs:simpleType>
                    <xs:restriction base="xs:string">
                        <xs:enumeration value="comunicação"/>
                        <xs:enumeration value="coordenação"/>
                        <xs:enumeration value="colaboração"/>
                    </xs:restriction>
                </xs:simpleType>
            </xs:element>
        </xs:sequence>
    </xs:complexType>
</xs:element>
```

```

        </xs:element>

        <xs:element name="subcategoria" minOccurs="0">
            <xs:simpleType>
                <xs:restriction base="xs:string">
                    <xs:enumeration value="assíncrona"/>
                    <xs:enumeration value="síncrona"/>
                </xs:restriction>
            </xs:simpleType>
        </xs:element>

    </xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
<!-- Informações do Responsável pela Criação e Atualização e/ou Experiência Educacional (Dados Educacionais) e/ou de Criação/Atualização da
ontologia de Domínio -->
<xs:element name="responsavel">
    <xs:complexType>
        <xs:sequence minOccurs="0">
            <xs:element name="nome" type="xs:string"/>
            <xs:element name="contato">
                <xs:complexType>

```

```

        <xs:sequence>
            <xs:element name="email" type="xs:string" maxOccurs="unbounded"/>
            <xs:element name="homepage" type="xs:anyURI" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
        </xs:sequence>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="instituicao" type="xs:string" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
<xs:element name="papel" type="xs:string" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
<!-- ELEMENTOS DO TIPO COMPLEXO -->
<!-- Dados Educacionais: Proposito para qual o objeto foi criado-->
<xs:complexType name="propositoType" mixed="true">
    <xs:sequence>
        <xs:element ref="area" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
        <xs:element name="dominioProposto" type="xs:string" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
        <xs:element ref="nivelEsc" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
        <xs:element name="idade" type="xs:string" minOccurs="0"/>
        <xs:element ref="classificacao" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
    
```

```
<xs:element name="conteudo" type="xs:string" minOccurs="0"/>

<xs:element name="objEdu" minOccurs="0">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="descricao"/>
      <xs:element name="anotacaoSemantica" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
        <xs:complexType>
          <xs:sequence>
            <xs:element name="localAnotacao"/>
            <xs:element name="tipoAnotacao"/>
          </xs:sequence>
        </xs:complexType>
      </xs:element>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>

<xs:element name="preRequisitos" type="xs:string" minOccurs="0"/>

<xs:element name="tempoPrevisto" type="xs:duration" minOccurs="0"/>
```

```

        <xs:element name="complemento" type="xs:string" minOccurs="0"/>

        <xs:element ref="dificuldade" minOccurs="0"/>
        <xs:element ref="tipoInteratividade" minOccurs="0"/>
        <xs:element ref="nivelInteratividade" minOccurs="0"/>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<!-- Dados Educacionais: Relato de Uso do docente no uso do OAF -->
<xs:complexType name="relatoUsoType" mixed="true">

    <xs:sequence>

        <xs:element ref="responsavel" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>

        <xs:element name="data" type="xs:date" minOccurs="0"/>

        <xs:element ref="area" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>

        <xs:element name="dominioUsado" type="xs:string" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>

            <xs:element ref="nivelEsc" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>

                <xs:element name="idade" type="xs:string" minOccurs="0"/>

        <xs:element ref="classificacao" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>

        <xs:element name="qtdParticipantes" type="xs:string" minOccurs="0"/>

            <xs:element name="conteudo" type="xs:string" minOccurs="0"/>

            <xs:element name="preRequisitos" type="xs:string" minOccurs="0"/>

        <xs:element name="tempoPrevisto" type="xs:duration" minOccurs="0"/>

            <xs:element name="objEdu" minOccurs="0">

```

```

        <xs:complexType>
            <xs:sequence>
                <xs:element name="descricao" type="xs:string"/>
                <xs:element name="anotacaoSemantica" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
                    <xs:complexType>
                        <xs:sequence>
                            <xs:element name="localAnotacao" type="xs:anyURI"/>
                            <xs:element name="tipoAnotacao" type="xs:string"/>
                        </xs:sequence>
                    </xs:complexType>
                </xs:element>
            </xs:sequence>
        </xs:complexType>
        <xs:element name="complemento" type="xs:string" minOccurs="0"/>
        <xs:element ref="dificuldade" minOccurs="0"/>
        <xs:element ref="tipoInteratividade" minOccurs="0"/>
        <xs:element ref="nivelInteratividade" minOccurs="0"/>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
<!-- Dados Tecnicos: Parametros de entrada e saida para o funcionamento do objeto -->

```

```
<xs:complexType name="parametro">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="nomeParametro" type="xs:string" minOccurs="0"/>
    <xs:element name="tipoParametro" minOccurs="0">
      <xs:simpleType>
        <xs:restriction base="xs:string">
          <xs:enumeration value="alfanumerico"/>
          <xs:enumeration value="logico"/>
          <xs:enumeration value="numerico"/>
        </xs:restriction>
      </xs:simpleType>
    </xs:element>
    <xs:element name="opcional" minOccurs="0">
      <xs:simpleType>
        <xs:restriction base="xs:string">
          <xs:enumeration value="sim"/>
          <xs:enumeration value="nao"/>
        </xs:restriction>
      </xs:simpleType>
    </xs:element>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
```

```
        </xs:simpleType>
    </xs:element>
    <xs:element name="metodoEnvio" minOccurs="0">
        <xs:simpleType>
            <xs:restriction base="xs:string">
                <xs:enumeration value="get"/>
                <xs:enumeration value="post"/>
            </xs:restriction>
        </xs:simpleType>
    </xs:element>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:schema>
```