

Uma Ontologia OWL para Metadados IEEE-LOM, Dublin-Core e OBAA

João Carlos Gluz¹, Rosa Maria Vicari²

¹Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PIPICA) – Unisinos – São Leopoldo – RS – Brazil

²Centro Interdisciplinar de Tecnologias na Educação (CINTED) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Porto Alegre – RS – Brazil

jcgluz@unisinos.br, rosa@inf.ufrgs.br

Abstract. *This work introduces the OBAA metadata ontology, which is an OWL ontology created to represent all metadata from IEEE-LOM standard and OBAA proposal. The paper presents the main structure and characteristics of the ontology. It also shows concrete examples of learning objects, as individuals of the ontology. The work ends showing how all non-qualified Dublin-Core metadata can be mapped to the ontology.*

Resumo. *Neste trabalho é apresentada uma introdução à ontologia de metadados OBAA, que é uma ontologia escrita em OWL, concebida para representar todos os metadados IEEE-LOM e OBAA. O artigo mostra a estruturação e as principais características da ontologia. Também são apresentados exemplos concretos de objetos de aprendizagem, representados como indivíduos da ontologia. No final do trabalho é apresentado o mapeamento de todos os metadados não-qualificados Dublin-Core na ontologia de metadados OBAA.*

1. Introdução

A tecnologia de Objetos de Aprendizagem (OA) fundamenta-se na hipótese de que é possível criar componentes de material pedagógico e organizá-los de forma a possibilitar sua reutilização, promovendo uma economia de tempo e de custo na produção deste tipo de material. Os OAs são definidos por Wiley (2001) como qualquer recurso digital que pode ser usado ou reusado para suportar aprendizagem. A comunidade de OAs também tem se concentrado no estudo de outros requisitos de grande importância como a acessibilidade e a interoperabilidade, que são importantes para permitir resguardar os investimentos na produção de material educacional e compartilhar materiais de boa qualidade [Polsani, 2003].

Com a intenção de atender esses requisitos, organismos como o IEEE-LTSC (ieeeltsc.org), ADL (www.adlnet.org), IMS (www.imsglobal.org), DCMI (dublincore.org) e outros tem conduzido incentivado a criação de padrões a respeito de OAs. Nestes padrões um OA é analisado em dois níveis, o nível dos metadados, relacionado as informações que serão catalogadas a respeito do OA, e o nível do conteúdo, relacionado a organização e encapsulamento do material de aprendizado propriamente dito.

Assim, a definição do padrão de metadados para OA é um elemento crítico no projeto e implantação de qualquer sistema educacional digital. A proposta de padrão de metadados OBAA [Vicari et al., 2009; 2010] foi definida com base no padrão IEEE-LOM [IEEE-LTSC, 2002], incluindo suporte para a (a) *adaptabilidade e interoperabilidade* de OAs em plataformas digitais como Web, TV Digital e dispositivos móveis, (b) *compatibilidade* do padrão com o panorama de padrões internacionais, (c) *acessibilidade* aos

OAs por todos os cidadãos, inclusive aqueles com necessidades especiais, e (d) *independência e flexibilidade tecnológica* do padrão, que não necessita de tecnologias proprietárias, e que permite que inovações tecnológicas sejam incorporadas, sem perder a compatibilidade com o material já desenvolvido.

Espera-se poder atender os requisitos mais avançados do OBAA pela criação de uma infraestrutura computacional aberta e flexível, denominada MILOS (*Multiagent Infrastructure for Learning Object Support*) [Gluz et al., 2010] cuja fundamentação tecnológica é formada pela combinação das tecnologias de agentes inteligentes e engenharia de ontologias. A expectativa básica a respeito dos serviços fornecidos pela MILOS é que seus usuários possam apenas dizer *o que* deve ser feito com o OA, sem a necessidade de entrar em detalhes de *como* isto deve ser feito. Para tanto, assume-se uma premissa epistêmica inovadora que considera que um objeto de aprendizagem é essencialmente um *objeto de conhecimento* apto a ser utilizado em sistemas de tecnologia educacionais.

Seguindo a classificação geral sobre propriedades e definições dos OAs oferecida em [Gomes et al., 2009], a visão de OA como objeto de conhecimento estaria em uma posição intermediária, cobrindo uma área mais ampla do que os objetos inteligentes (ILO), mas ainda ficando inserida no contexto dos OAs funcionais. Considerar um OA como um objeto de conhecimento é uma abordagem claramente consistente com os objetivos dos OA nos contextos de ensino. Uma tecnologia capaz de tratar um OA no nível de conhecimento poderia ser muito útil, ajudando os alunos ou professores usuários deste objeto a melhor aproveitá-lo ou reusá-lo. O problema é a disponibilidade deste tipo de tecnologia, principalmente quando se leva em conta a diversidade de formatos possíveis para os conteúdos educacionais.

A solução para essa questão técnica está justamente no tratamento dos OAs no nível de metadados. Sem perda de generalidade ou de aplicabilidade, pode-se considerar os metadados dos OA como estruturas simbólicas que podem ser objeto de tratamento pelas técnicas atuais de representação de conhecimento.

Técnicas baseadas em ontologias e engenharia de ontologias [Gómez-Perez et al., 2004], que é uma forma de engenharia de conhecimentos com ampla aplicação na Web Semântica através da linguagem OWL [W3C, 2009a], já estão aptas para este tratamento, permitindo especificar de forma rigorosa e padronizada as propriedades de um domínio de aplicação. Na verdade, a idéia da utilização de ontologias no domínio da educação não é nova, como se pode ver em [Mohammed e Mohan, 2007; Bittencourt et al, 2008]. Mizoguchi e Bordeau (2000), por exemplo, analisam a aplicação da engenharia de ontologias para a área de educação. Por outro lado, a aplicação de tecnologias relacionadas a Web Semântica no projeto de ambientes e sistemas educacionais é um fenômeno um pouco mais recente [Isotani et al., 2008a].

Ontologias têm se mostrado úteis na concepção de vários tipos de ambientes educacionais, incluindo, entre outros, autoria de conteúdos [Isotani et al, 2008b], ambientes *web* [Silva et al., 2008; Bittencourt et al., 2009] e modelos educacionais formais [Hayashi et al., 2009]. Nesse contexto, ontologias são tipicamente empregadas para definir as propriedades dos elementos e entidades relativas ao sistema educacional. Há uma tendência a seguir a estruturação dos tutores inteligentes (ITS – *Intelligent Tutoring Systems*) e dividir as ontologias educacionais em três tipos [Silva et al., 2009]: a) *ontologias para o domínio de ensino*, b) *ontologias sobre métodos educacionais*, e c) *ontologias sobre o modelo de aluno*. Alternativamente, existem propostas bastante detalhadas de ontologias que integram aspectos desses três tipos, sendo capazes, por exemplo de modelar as várias propriedades de um processo de aprendizagem em diversos níveis de granularidade [Mizoguchi et al, 2007] ou descrever processos de aprendizagem colaborativa [Hayashi et al., 2009].

Porém, um problema importante detectado na literatura atual sobre ontologias aplicadas a tecnologias educacionais é a inexistência de ontologias específicas para todos os

padrões de metadados de OAs. Em particular, não foi encontrado na literatura uma ontologia OWL pública e consolidada, que defina as propriedades de todos os metadados do padrão IEEE-LOM.

A ontologia dos metadados OBAA foi definida de forma a sanar esse problema. Essa ontologia é a base das demais ontologias utilizadas no OBAA e na MILOS. É a ontologia de metadados OBAA que define a terminologia principal adotada pelas demais ontologias. Ela providencia o vocabulário básico de termos linguísticos que podem ser aplicados aos OAs OBAA, ou que os agentes podem usar para se referir a estes OAs. Os metadados correspondem aos atributos, propriedades e relações da terminologia, enquanto que os valores dos metadados correspondem aos termos da terminologia. Na prática, a ontologia de metadados OBAA define, além da sintaxe RDF, o tipo de dados OWL a ser atribuído aos metadados OBAA e, por conseguinte, IEEE-LOM.

Este trabalho apresenta as principais características da ontologia de metadados OBAA, mostrando exemplos concretos de representação de OAs nesta ontologia. A ontologia de metadados OBAA também pode ser empregada para representar metadados de conteúdos e OAs compatíveis com o padrão DCMI não-qualificado, tal como definido na RFC 5013. Ao final do trabalho é definido o mapeamento dos metadados DCMI para a ontologia de metadados OBAA.

2. A Ontologia de Metadados OBAA

O nível mais geral da ontologia de metadados OBAA é subdividido em quatro grandes classes (Fig. 1): os objetos de aprendizagem (classe *LearningObject*), seus metadados (classe *Metadata*), os elementos agregados que podem compor um metadados (classe *Aggregate*) e uma classe genérica *Content* para os possíveis conteúdos de um dado OA.

O relacionamento principal entre as classes *LearningObject*, *Metadata* e *Content* é definido pelo relacionamento de composição *hasMetadata* que indica que um dado OA é composto de um conjunto de metadados e conteúdos (Fig. 2). O relacionamento *hasMetadata* ocorre entre as instâncias (indivíduos) da classe *LearningObject* e instâncias de metadados ou de conteúdos.

A classe *Content* não é detalhada na ontologia OBAA, servindo apenas como uma classe raiz para possíveis especializações ou refinamentos das características dos conteúdos dos OAs. Assim, as classes efetivamente especificadas em detalhe na ontologia OBAA são aquelas relacionadas a especificação das informações relacionadas aos metadados OBAA e, conseqüentemente, IEEE-LOM.

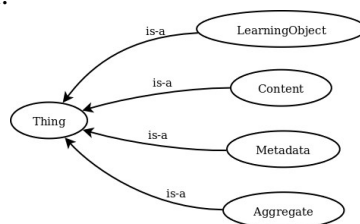


Figura 1. Nível mais alto da ontologia OBAA.

Em um segundo nível da hierarquia de classificação (Fig. 3), a classe *Metadata* é especializada em um conjunto de classes, correspondentes aos grupos de metadados do IEEE-LOM e da proposta OBAA. Dessa forma, são subclasses de *Metadata* as classes: *General*, *Technical*, *Educational*, *LifeCycle*, *Annotation*, *MetaMetadata*, *Relation*, *Rights*, *Classification* (baseadas em grupos de mesmo nome originalmente definidos pelo padrão

IEEE-LOM), *Accessibility* e *Segmentation* (correspondente a grupos de metadados específicos da proposta OBAA).

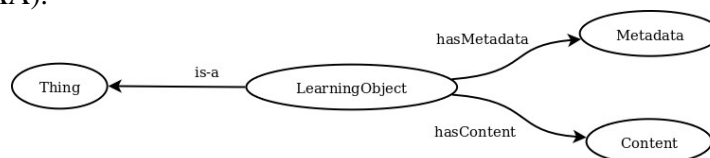


Figura 2. Relacionamento *hasMetadata*.

Um metadado armazena informações a respeito do OA. As informações armazenadas nestes metadados podem ter um tipo de dados simples, como por exemplo *string* ou *boolean*, ou podem ter um tipo complexo, sendo formadas por estruturas de informações, como por exemplo, o próprio identificador de um OA, que, pela definição do IEEE-LOM, deve ser uma estrutura formada por dois componentes: um *string* com o nome do catálogo onde o objeto está registrado e um outro *string* contendo a identificação do objeto neste catálogo.

Os tipos simples empregados tanto pelo padrão IEEE-LOM, quanto pela proposta OBAA, são *CharacterString*, para cadeias arbitrárias de caracteres, *LangString* para textos em línguas específicas, que devem ser indicadas em conjunto com o texto, *Duration*, para indicar períodos de tempo, *DateTime*, para representar instantes de tempo, *Boolean*, para indicar valores verdade (*true* e *false*), além de vocabulários formados por conjuntos de palavras (*tokens*) usados para representar enumerações e estados possíveis de um metadado.

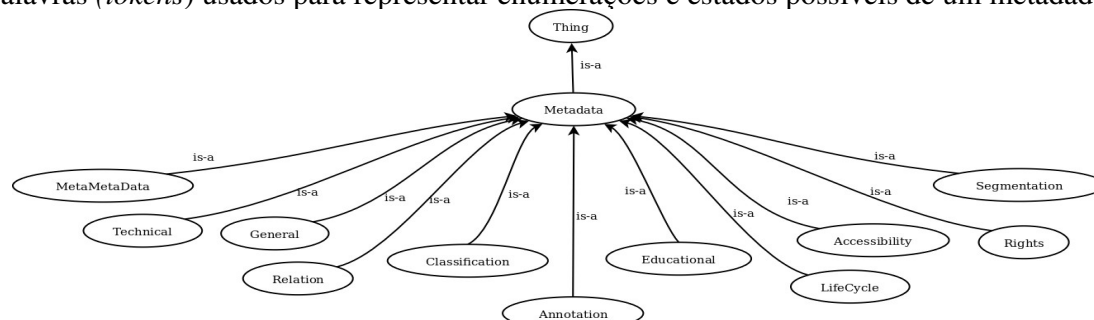


Figura 3. Classificação dos grupos de metadados.

Todos os tipos de dados simples do IEEE-LOM e do OBAA foram representados na ontologia OBAA através de tipos de dados disponíveis em OWL. Os tipos *CharacterString*, *Duration*, *DateTime*, *Boolean* e *Integer* usados no IEEE-LOM e no OBAA, são mapeados, respectivamente, nos tipos *xsd:string*, *xsd:duration*, *xsd:dateTime*, *xsd:boolean* e *xsd:integer* da especificação XSD [W3C, 2004]. Na falta de um tipo OWL ou XSD apropriado para textos internacionalizados *LangString*, será utilizado o tipo *rdf:PlainLiteral* de RDF [W3C, 2009b] que permite a definição de textos (literais) marcados com *tags* que indicam a Língua em que o texto foi escrito. Os vocabulários de termos foram mapeados em enumerações de literais de OWL.

Os tipos de dados agregados, que são tipos de dados complexo compostos de vários componentes, foram explicitamente definidos na ontologia OBAA. A classe *Aggregate* é a classe mais geral destes tipos de dados. No total foram definidos mais de vinte tipos de dados agregados necessários para especificar os metadados agregados e vocabulários empregados no OBAA e no IEEE-LOM (Tabela 1).

Independente de conter informações simples ou complexas, um metadado é representado na ontologia OBAA como um indivíduo (instância) de uma das subclasses da

classe *Metadata*. Dados são associados ao metadado como um relacionamento entre objetos (uma *object property* de OWL) ou como um atributo dos dados de um objeto (uma *datatype property* de OWL).

Tabela 1. Subclasses da classe *Aggregate*.

Subclasse de <i>Aggregate</i>	Descrição
<i>AlternativeToAuditory</i>	Conteúdo alternativo aos conteúdos auditivos/sonoros presentes no OA.
<i>AlternativeToText</i>	Conteúdo alternativo aos conteúdos textuais presentes no OA.
<i>AlternativeToVisual</i>	Conteúdo alternativo aos conteúdos visuais presentes no OA.
<i>Contribute</i>	Informações sobre entidades que contribuíram para o OA.
<i>EarlStatement</i>	Informações fornecidas pela linguagem EARL definida pelo W3C.
<i>EquivalentResource</i>	Informações sobre recurso equivalente aos conteúdos base do OA.
<i>Identifier</i>	Identificador único do OA em um determinado catálogo de OAs.
<i>Interaction</i>	Contém informações sobre a interação educacional proposta pelo OA.
<i>Ontology</i>	informações sobre a ontologia do serviço utilizado/provido pelo OA.
<i>OrComposite</i>	Agrupa múltiplos requisitos técnicos na forma de um OU lógico.
<i>PlatformSpecificFeatures</i>	Informações sobre plataforma digital onde o OA deve ser utilizado.
<i>Requirement</i>	Informações sobre requisitos técnicos necessários ao OA.
<i>Resource</i>	Informações sobre entidade relacionada a este OA.
<i>SegmentGroupInformation</i>	Grupo de segmentos multimídia associados ao conteúdo do OA.
<i>SegmentId</i>	Identificador de um segmento multimídia.
<i>SegmentInformation</i>	Informações sobre um segmento multimídia.
<i>Service</i>	Informações sobre os serviços utilizados/providos pelo OA.
<i>Taxon</i>	Elemento que define um termo particular em uma taxonomia.
<i>TaxonPath</i>	Elemento que define um caminho em uma taxonomia.
<i>Vocabulary</i>	Vocabulários definidos pelo IEEE-LOM ("LOMv1.0") e pelo OBAA ("OBAAv1.0")

Os dados de tipo simples são associados ao metadado diretamente através de atributos de dados, cujos valores são restritos ao tipo correspondente ao metadado. Os nomes de todos os atributos de dados da ontologia OBAA seguem a regra de formação:

its <nome do metadado simples> Is

onde o <nome do metadado simples> é obtido diretamente do documento de especificação que o originou (IEEE-LOM ou OBAA), com a primeira letra em maiúscula. Caso o nome do metadado tenha várias palavras, elas são combinadas sem espaço em branco, com a primeira letra de cada palavra sempre em maiúscula. Assim, metadados como: *Title*, *Description*, *Aggregation Level*, (do IEEE-LOM) e *Supported Platforms* e *has Visual* (do OBAA), se transformam, respectivamente, nos seguintes atributos de dados: *itsTitleIs*, *itsDescriptionIs*, *itsAggregationLevelIs*, *itsSupportedPlatformsIs* e *itsHasVisualIs*.

Seguindo a estruturação usual sujeito-predicado-objeto das triplas RDF, que no caso dos metadados é interpretada como metadado-propriedade-valor, pode-se definir as triplas:

```
metadado1    itsTitleIs    "Objeto de Teste 1"@pt-br
metadado2    itsFormatIs    "text/html"
metadado3    itsHasVisualIs true
```

Nestas triplas, o primeiro componente identifica indivíduos da classe *Metadata* (*metadado1* e *metadado2* são da subclasse *General* e *metadado3* é da subclasse *Accessibility*), o segundo componente corresponde ao atributo de dados do metadado, enquanto que o terceiro componente especifica o valor do dado a ser atribuído. Com um pouco de esforço as triplas acima podem ser lidas quase na ordem natural da Língua Inglesa, indicando, por exemplo, que "Objeto de Teste 1" é o título atribuído ao *metadado1*, que o formato de conteúdo atribuído ao *metadado2* é "text/html" e que o *metadado3* indica se o OA possui informação visual ou não.

Os dados agregados, que correspondem aos indivíduos de uma das subclasses da classe *Aggregate*, não podem ser associados aos metadados através de atributos de dados de

objetos. Nesse caso deve-se utilizar relacionamentos entre os objetos (*object properties*), que são relações que podem ser estabelecidas entre quaisquer dois indivíduos de uma ontologia OWL. Dessa forma um determinado metadado cujos dados são formados por agregados complexos de informação, está associados ao seus dados (possui ou contém esses dados) por um relacionamento cujo nome segue a regra de formação:

has <nome do metadado agregado>

similar aquela empregada nos atributos de dados. A formação do <nome do metadado agregado> segue as mesmas regras do caso dos metadados simples. Dessa forma pode-se formar triplas RDF com a seguinte estrutura:

```
metadado4      hasIdentifier    id1
id1            itsCatalogIs    "Objetos de Teste"
id1            itsEntryIs      "obj1"
```

Nas triplas acima o *metadado4* contém as informações de identificação única do OA, que, pela definição do IEEE-LOM, deve ser formada pela informação que qual catálogo o objeto está registrado (relação *itsCatalogIs*) e qual a entrada individual do objeto neste catálogo (relação *itsEntryIs*). O objeto *id1* que é um indivíduo da subclasse *Identifier* da classe de *Aggregate*, é o elemento que contém as informações de registro do OA. Este objeto está relacionado ao *metadado4* pelo relacionamento *hasIdentifier*.

Todos os relacionamentos **has**<nome do metadado agregado> da ontologia OBAA, possuem um relacionamento inverso, **is**<nome do metadado agregado>**Of**. Assim, opcionalmente pode-se utilizar o relacionamento inverso, *isIdentifierOf*, para indicar a mesma relação, mas com os elementos invertidos na tripla RDF:

```
id1            isIdentifierOf  metadado4
id1            itsCatalogIs    "Objetos de Teste"
id1            itsEntryIs      "obj1"
```

As restrições de domínios e tipos de dados não foram vinculadas especificamente aos atributos de dados ou relacionamentos entre objetos da ontologia OBAA, mas definidas através de axiomas associados as classes de metadados e objetos agregados. A Figura 4 mostra a definição da classe de metadados *General*, segundo a sintaxe *Manchester* de OWL [W3C, 2009c]. Os axiomas de classificação, especificados logo após **SubClassOf**: *Metadata*, definem os domínios e tipos de dados requeridos para os atributos de dados e relacionamento entre objetos da classe *General*.

<p>Class: <i>General</i></p> <p>Annotations: <i>rdfs:comment</i> "This category groups the general information that describes this learning object as a whole."</p> <p>SubClassOf: <i>Metadata</i>,</p> <p><i>hasIdentifier</i> only <i>Identifier</i>,</p> <p><i>hasAggregationLevels</i> only <i>AggregationLevel</i>,</p> <p><i>itsLanguageIs</i> only <i>xsd:string</i>,</p> <p><i>itsDescriptionIs</i> only <i>rdf:PlainLiteral</i>,</p> <p>DisjointWith:</p> <p><i>MetaMetadata</i>, <i>Educational</i>, <i>LifeCycle</i>, <i>Technical</i>, <i>Classification</i>, <i>Relation</i>, <i>Annotation</i>, <i>Rights</i></p>	<p><i>hasStructure</i> only <i>Structure</i>,</p> <p><i>itsTitleIs</i> only <i>rdf:PlainLiteral</i>,</p> <p><i>itsKeywordIs</i> only <i>rdf:PlainLiteral</i>,</p> <p><i>itsCoverageIs</i> only <i>rdf:PlainLiteral</i></p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figura 4. Definição da classe *General* usando a sintaxe *Manchester* de OWL

A versão atual da ontologia de metadados OBAA pode ser obtida em <<http://obaa.unisinos.br/obaa22.owl>>. Neste endereço também pode ser obtida uma base de OAs derivada da ontologia OBAA, que está populada com OAs e metadados que exemplificam as capacidades desta ontologia (alguns destes OAs são apresentados na próxima seção). O endereço da base de OAs de teste é <<http://obaa.unisinos.br/obaa22-test-objects.owl>>. Em termos de aderência aos perfis e sub-linguagens derivadas de OWL, a ontologia OBAA foi especificada de forma a atender ao perfil OWL DL [W3C, 2009a],

sendo equivalente a uma lógica descritiva (DL – *Description Logic*) com estrutura $\mathcal{ALCIF}[d]$ [Baader e Lutz, 2007]. Essa métrica garante a decidibilidade da ontologia, com uma complexidade limite NEXPTIME. Entretanto, com pequenas modificações que incluem a substituição das enumerações de literais e dos tipos de dados *duration*, pelo tipo de dados *string*, a ontologia OBAA passa a ser conforme ao perfil OWL2 RL [W3C, 2009a], o que garante uma complexidade bem menor, de tempo polinomial (PTIME) para os problemas de inferência da ontologia e NP-Completo para os problemas de consulta. A ontologia OBAA conforme ao perfil OWL2 RL está localizada em <<http://obaa.unisinos.br/obaa22rl.owl>>

3. Exemplos de Objetos de Aprendizagem

O primeiro OA contido na base de OAs de teste OBAA (Fig. 5) exemplifica como são representados os metadados *Title*, *Identifier*, *Location* e *Requirement* especificados pelo IEEE-LOM, que armazenam, respectivamente, as informações sobre o título e identificação única do OA, a localização na *web* do conteúdo do OA e requisitos técnicos necessários para sua utilização.

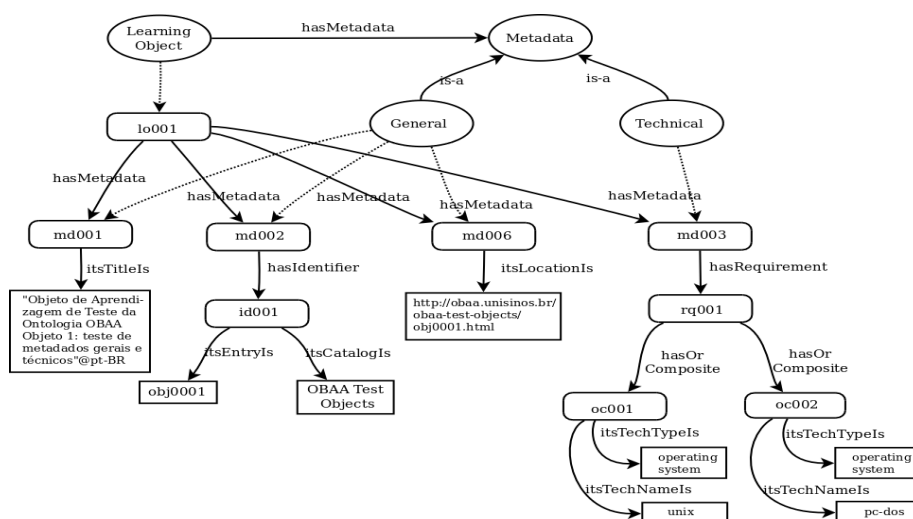


Figura 5. Exemplo 1 de Objeto de Aprendizagem da ontologia OBAA.

O diagrama da Figura 5 mostra o diagrama de indivíduos e classes correspondente a este OA de teste. Nesse diagrama, classes são representados por nós ovais, indivíduos por nós retangulares, com os cantos arredondados, e dados por nós retangulares. O indivíduo *lo001* representa o primeiro OA de teste. Este OA possui quatro metadados distintos, associados a *lo001* pelas relações *hasMetadata*. Seguindo os grupos definidos pelo IEEE-LOM os indivíduos *md001*, *md002* e *md006*, que representam os metadados *Title*, *Identifier* e *Location* do grupo de metadados gerais do IEEE-LOM, são classificados como objetos da classe *General*, enquanto que o indivíduo *md003*, correspondente ao metadado *Requirement* do grupo de metadados técnicos, pertence a classe *Technical*.

Os metadados *Title* e *Location* possuem tipos de dados simples, portanto os dados contidos nestes metadados podem ser associados ao indivíduo que representa o metadado através, respectivamente, das *datatype properties*, *itsTitleIs* e *itsLocationIs* (Fig. 5). Os outros dois metadados utilizam dados compostos definidos por esquemas de dados no IEEE-LOM. Conforme visto anteriormente, o metadado *Identifier* é formado por dois componentes: a identificação do catálogo onde o OA está registrado (*itsCatalogIs*), e o

registro individual do OA neste catálogo (*itsEntryIs*). O metadado *Requirement* é formado por uma lista de objetos *OrComposite*, onde cada objeto contém uma restrição técnica formada pela especificação do tipo (*itsTechTypeIs*), nome (*itsNameIs*), e (opcionalmente) da versão mínima e máxima de tecnologia necessária para o OA (não utilizados neste exemplo). Em termos lógicos, os objetos *OrComposite* de um *Requirement* formam uma disjunção (OU lógico). Para especificar uma conjunção (E lógico) de vários requisitos técnicos, pode-se usar vários metadados *Requirement* associados ao mesmo OA.

O segundo OA da base de teste, apresentado na Figura 6, exemplifica metadados responsáveis pela inter-operação multiplataforma do OA, específicos da proposta OBAA. Este é compatível com as plataformas de Web e TV Digital (no caso, o padrão brasileiro de TV Digital, o SBTVD), como indicado pelo metadado OBAA *Supported Platforms* (representado pela relação *itsSupportedPlatformsIs*). Porém, como o formato de seu conteúdo (arquivo PDF) não é aceito no SBTVD, existe um conteúdo equivalente específico para esta plataforma.

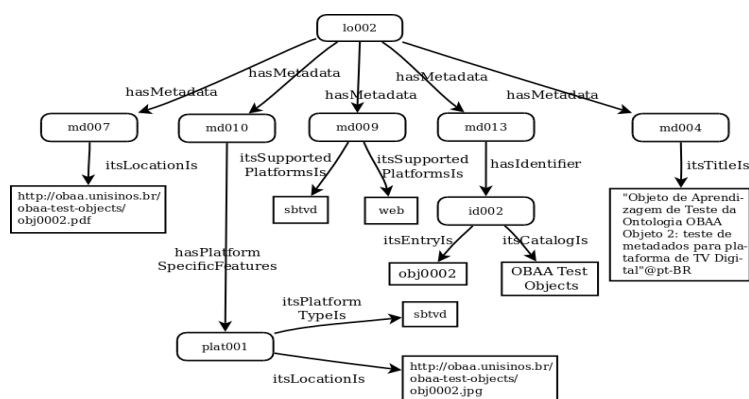


Figura 6. Exemplo 2 de Objeto de Aprendizagem da ontologia OBAA .

O metadado *Platform Specific Features* (representado por *hasPlatformSpecificFeatures*), definido pela proposta OBAA, é composto por diversos componentes que são utilizados para indicar justamente quais características do OA devem ser adaptadas para uma dada plataforma. No exemplo, este metadado, correspondente ao indivíduo *plat001*, que indica que há um conteúdo equivalente (referenciado por *itsLocationIs*) para o SBTVD (referenciado por *itsPlatformTypeIs*).

4. Representação de Metadados Dublin Core

A proposta de metadados OBAA é uma extensão dos metadados definidos pelo IEEE-LOM, consequentemente a ontologia de metadados OBAA já suporta de forma nativa todos os metadados do IEEE-LOM. A ontologia OBAA também pode ser utilizada para representar todos os metadados não-qualificados do padrão Dublin Core, tais como definidos na RFC 5013. O perfil de compatibilidade DCMI definido pela proposta de metadados OBAA [Viccari et al., 2009], faz exatamente isto, especificando um mapeamento de todos os metadados DCMI não-qualificados em metadados IEEE-LOM/OBAA. Assim para garantir a representação dos metadados DCMI na ontologia de metadados OBAA, basta adaptar este perfil de compatibilidade para a ontologia OBAA. A Tabela 2 mostra como esta adaptação pode ser feita.

Tabela 2. Representação de Metadados DCMI não-qualificados na Ontologia OBAA.

Elemento DCMI	Triplas da Ontologia OBAA	Comentários
Title <value>	metadata a General . metadata itsTitleIs <value> .	
Creator <value>	metadata a LifeCycle . creator a Contribute . metadata hasContribute creator . creator itsRoleIs 'dc-creator' . creator itsEntityIs <value> .	O papel 'dc-creator' é uma extensão do vocabulário de papéis (Roles) definido pelo IEEE-LOM.
Subject <value>	metadata a General . metadata itsKeywordIs <value> .	
Description <value>	metadata a General . metadata itsDescriptionIs <value>	
Publisher <value>	metadata a LifeCycle . publisher a Contribute . metadata hasContribute publisher . publisher itsRoleIs 'publisher' . publisher itsEntityIs <value> .	O papel 'publisher' já está previsto como tipo de entidade contribuidora pelo IEEE-LOM.
Contributor <value>	metadata a LifeCycle . contributor a Contribute . metadata hasContribute contributor . contributor itsRoleIs 'dc-contributor' . contributor itsEntityIs <value> .	O papel 'dc-contributor' é uma extensão do vocabulário de papéis (Roles) definido pelo IEEE-LOM
Date <value>	metadata a LifeCycle . datecontrib a Contribute . metadata hasContribute datecontrib . datecontrib itsRoleIs 'dc-date' . datecontrib itsDateIs <value> .	O elemento 'dc-date' somente precisa ser usado se a data for especificada independente de uma contribuição, caso contrário pode-se usar o atributo itsDateIs vinculado a contribuição.
Type <value>	metadata a Educational . metadata itsLearningResourceTypeIs <value>	
Format <value>	metadata a Technical . metadata itsFormatIs <value>	
Identifier <value>	metadata a General . ident a Identifier . metadata hasIdentifier ident ident EntryIs <value>	O atributo itsCatalogIs do identificador também pode ser preenchido, mas isso depende de um parsing do campo <value>.
Source <value>	metadata a Relation . resource a Resource . metadata itsKindIs 'isbasedon' . metadata hasResource resource . resource itsDescriptionIs <value> .	O relacionamento especial Source do DCMI é representado por um elemento da lista de entidades relacionadas ao objeto (categoria Relation do IEEE-LOM), cujo tipo (Kind) é 'Is Based On'.
Language <value>	metadata a General . metadata itsLanguageIs <value>	
Relation <value>	metadata itsKindIs 'dc-relation' . metadata hasResource resource . resource itsDescriptionIs <value> .	O relacionamento genérico Relation do DCMI é representado por um elemento da lista de entidades relacionadas ao objeto, com tipo 'dc-relation' .
Coverage <value>	metadata a General . metadata itsCoverageIs <value>	
Rights <value>	metadata a Rights . metadata itsDescriptionIs <value>	

5. Considerações Finais

A ontologia de metadados OBAA é uma ontologia OWL que formaliza todos os metadados IEEE-LOM, OBAA e Dublin-Core. Através do estabelecimento de uma terminologia padronizada e formal, baseada nos metadados associados aos OAs, a ontologia de metadados OBAA pode oferecer uma fundamentação sólida para a concepção de ontologias de domínios de ensino, metodologias pedagógicas e aplicações educacionais.

A terminologia de símbolos a respeito de um domínio de conhecimentos é a base de uma estrutura ontológica, fornecendo o vocabulário básico de termos linguísticos necessários para criar conhecimentos sobre esse domínio. Assim, a ontologia de metadados OBAA é o passo inicial necessário, para que a visão de um objeto de aprendizagem como objeto de conhecimento possa se tornar realidade.

Referência Bibliográficas

- Baader, F.; Lutz, C. (2007) Description Logic. In Blackburn, P.; Van Benthem, J.; Wolter, F. (Eds). The Handbook of Modal Logic. Elsevier, p. 757-819.
- Bittencourt, I.; Isotani, S.; Costa, E.; Mizoguchi, R. (2008) Research Directions on Semantic Web and Education. *Journal Scientia - Interdisciplinary Studies in Computer Science*, 19(1), pp. 59-66.
- Bittencourt, I.; Costa, E.; Silva, M.; Soares, E. (2009) A computational model for developing semantic web-based educational systems. *Knowledge-Based Systems*, 22(4):302 – 315. AI in Blended Learning.
- Gluz, J.; Viccari, R. (2010) MILOS: Infraestrutura de Agentes para Suporte a Objetos de Aprendizagem OBAA. Anais do XXI SBIE. João Pessoa.
- Gómez-Perez, A.; Fernández-López, M.; Corcho, O. (2004) *Ontological Engineering*. Madrid: Springer.
- Gomes, S. R.; Gadelha, B.F.; Castro, A. N. (2009) *Objetos de Aprendizagem Funcionais: Uma Abordagem Prática*. Anais do XX SBIE. Florianópolis.
- Hayashi, Y.; Isotani, S.; Bourdeau, J.; Mizoguchi, R. (2009) Toward a Learning/Instruction Process Model for Facilitating the Instructional Design Cycle. *Proceedings of WCCE 2009*. Bento Gonçalves.
- IEEE-LTSC. (2002) Std 1484.12.1 - IEEE Learning Technology Standard Committee (LTSC) - Standard for Learning Object Metadata (LOM). IEEE.
- Isotani, S.; Mizoguchi, R.; Bittencourt, I.; Costa, E. (2008a) Web 3.0 - Os Rumos da Web Semântica e da Web 2.0 nos Ambientes Educacionais. Anais do XIX SBIE, Fortaleza.
- Isotani, S.; Isotani, N.; Isotani, S. (2008b) Ontologias e Web Semântica no Suporte ao Ensino Colaborativo em Salas de Aula Presenciais. Anais do XIX SBIE, Fortaleza.
- Mizoguchi, R.; Bourdeau, J. (2000) Using ontological engineering to overcome common ai-ed problems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, v.11, p.1-12.
- Mizoguchi, R.; Hayashi, Y.; Bourdeau, J. (2007) Inside Theory-Aware & Standards-Compliant Authoring System, *Proceedings of SWEL'07*, 1-18.
- Mohammed, P.; Mohan, P. (2007) Contextualizing Learning Objects Using Ontologies. In: *Computational Intelligence*. Blackwell Publishing, v.23, n.3, p.339-355.
- Polsani, P. (2003) Use and Abuse of Reusable Learning Objects. *Journal of Digital Information*, vol. 3. n. 4.
- Silva, M.; Barros, H.; Veras, D.; Pacca, H.; Ibert, I.; Barros, E.; Silva, A. (2009) Modelando um Sistema Educacional de MMC sob a perspectiva da Web Semântica. Anais do XX SBIE. Florianópolis.
- Viccari, R.; Gluz, J.; Santos, E.; et al. (2009) Projeto OBAA - Relatório Técnico RT-OBAA-01 – Proposta de Padrão para Metadados de Objetos de Aprendizagem Multiplataforma. UFRGS/CINTED. Disponível em <<http://www.portalobaa.org/obaac/padrao-obao/relatorios-tecnicos/RT-OBAA-01.pdf/view>>.
- Viccari, R.; Gluz, J.; Passerino, L.; et al. (2010) The OBAA Proposal for Learning Objects Supported by Agents. *Proceedings of MASEIE Workshop – AAMAS 2010*, Toronto, Canada.
- W3C. (2004) W3C Rec.: XML Schema Part 2: Datatypes, Second Edition, W3C, october.
- W3C. (2009a) W3C Rec.: OWL 2 Web Ontology Language: Manchester Syntax. W3C, october.
- W3C. (2009b) W3C Rec.: rdf:PlainLiteral: A Datatype for RDF Plain Literals. W3C, october.
- W3C. (2009c) W3C Rec.: OWL 2 Web Ontology Language: Structural Specification and Functional-Style Syntax. W3C, october.
- Wiley, D. (2001) Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A Definition, A Metaphor, and A Taxonomy. In Wiley, D. *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*. Disponível em <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>.