

4

EduCO: Representando a Informação Contida em Materiais de Aprendizagem

Conforme descrito no capítulo anterior, é importante representar os conteúdos contidos em materiais de aprendizagem. Neste capítulo descrevemos a nossa proposta para representação destes conteúdos, que se baseia no modelo representado na Figura 3.9 (seção 3.3).

4.1. Representando o Conteúdo Educacional

Em (Siqueira et al., 2004a) apresentamos uma proposta de representação do conteúdo de LOs, estendendo o trabalho apresentado no *Knowledge Manifold* (Naeve, 1997). Nesta abordagem, ilustrada na Figura 4.1, representamos o conteúdo como fatos que podem ser conceitos, histórias ou fenômenos. Conceitos correspondem a idéias, histórias representam experiências e fenômenos representam experimentos.

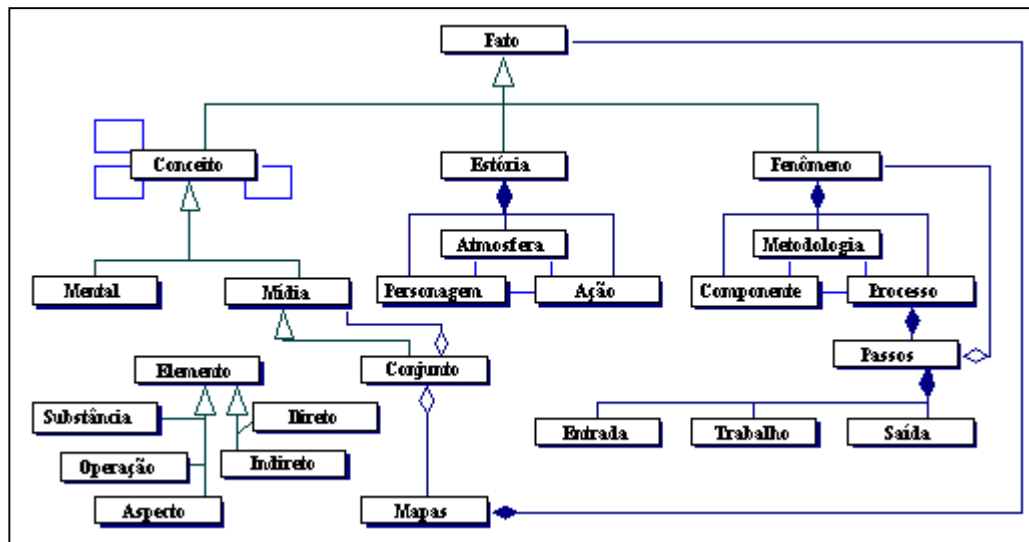


Figura 4.1 – Modelo Conceitual em UML do Conteúdo de um LO (Siqueira et al., 2004a)

Os conceitos podem ser mentais ou expressos através de uma mídia, correspondendo a uma trindade: substância (ou substantivo), operação (ou verbo) e aspecto (ou adjetivo). Representamos também conjuntos de conceitos e

diferentes tipos de relacionamentos entre conceitos (generalização/especialização, parte/todo e associações).

Uma estória representa uma experiência composta de personagens, descrições do ambiente ou atmosfera e ações. Os personagens executam ações que ocorrem em uma atmosfera específica.

Finalmente um fenômeno/experimento envolve componentes que são processados conforme uma metodologia específica. Um fenômeno é composto de componentes, metodologias e processos, sendo que um processo é composto de passos que envolvem entrada, processamento ou trabalho e saída.

Embora esta forma de representação do conteúdo contido nos LOs seja interessante, a complexidade na definição dos componentes, bem como da sua própria exploração é muito grande. Deste modo, torna-se necessário definir uma abordagem mais simples para representação do conteúdo e conseqüentemente mais adaptada à estruturação e exploração de conteúdos de materiais de aprendizagem já existentes.

4.2. Um Meta-Modelo para o Conteúdo de Aprendizagem

A representação proposta para o conteúdo de aprendizagem se baseia no modelo conceitual apresentado na Figura 3.9. A partir deste modelo conceitual definimos um meta-modelo do conteúdo de aprendizagem (representado na Figura 4.2).

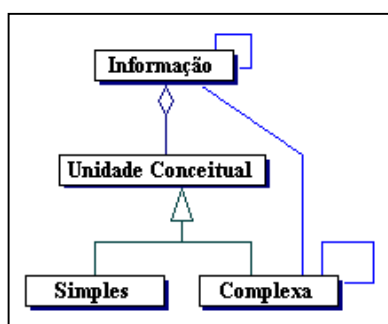


Figura 4.2 – Meta-modelo de Conteúdos de Aprendizagem

Neste meta-modelo, uma informação é composta de unidades conceituais, que podem ser simples ou complexas. Unidades conceituais complexas estão relacionadas a outras unidades conceituais ou podem ser detalhadas por outras informações. Este relacionamento de uma unidade conceitual sendo detalhada por uma informação indica que o conteúdo desta unidade conceitual pode ser

explicado através de uma outra informação. Relacionamentos entre as informações também são considerados. Conforme ilustrado na Figura 4.3, a implementação deste metamodelo envolve também a associação de informações e unidades conceituais a metadados, que definem seu contexto de aprendizagem. Além disto, as unidades conceituais podem ser representadas através de arquivos multimídia, uma vez que imagens, áudios e/ou vídeos podem conter semanticamente mais conteúdo do que se poderia representar através de descrições textuais.

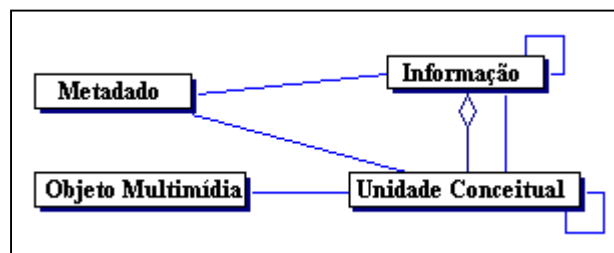


Figura 4.3 – A Implementação do Meta-modelo de Conteúdos de Aprendizagem

É interessante observar que uma exploração da informação se daria em uma visão da informação e suas respectivas unidades conceituais, formando uma estrutura parecida com uma estrela. De uma determinada estrela as navegações de interesse seriam de relacionamentos entre estrelas (i.e. navegações horizontais) ou de uma unidade conceitual para uma outra informação que a detalhe (i.e. navegações verticais). As navegações horizontais podem ser vistas como uma seqüência lógica de um determinado assunto enquanto as navegações verticais indicam um detalhamento de um determinado aspecto daquela informação.

Deste modo, consideramos as seguintes definições em relação ao meta-modelo e sua representação:

- ◆ Definição 4.1: Uma **Informação** consiste em um conteúdo a ser explorado, ou seja, cujos componentes estarão possibilitando uma melhor explicação de sua semântica.
- ◆ Definição 4.2: Uma **Unidade Conceitual** consiste em um determinado aspecto de uma informação de modo a explicar sua semântica.
- ◆ Definição 4.3: Uma Unidade Conceitual é denominada **Simple** se e somente se não possui relacionamentos com outras unidades conceituais e/ou outras informações.

- ◆ Definição 4.4: Uma Unidade Conceitual é denominada **Complexa** se e somente se possui relacionamentos com outras unidades conceituais e/ou outras informações que a detalhem.
- ◆ Definição 4.5: Um **Objeto Multimídia** representa um arquivo multimídia disponível na Web através de uma URI.
- ◆ Definição 4.6: **Metadado** representa o contexto em que a Informação e/ou a Unidade Conceitual está inserida, indicando a área de conhecimento, uma referência temporal e de autoria, bem como a propriedade do conteúdo.
- ◆ Definição 4.7: Os **relacionamentos** entre as classes do meta-modelo representam possibilidades de navegações entre os conteúdos, metadados e arquivos multimídia.

Além de considerar estas definições, algumas características/propriedades foram elaboradas:

- ◆ Propriedade 4.1: As classes Informação, Unidade Conceitual, Metadado e Objeto Multimídia são disjuntas.
- ◆ Propriedade 4.2: Uma Informação é composta de, no mínimo, uma Unidade Conceitual. Portanto a cardinalidade mínima da composição é 1.
- ◆ Propriedade 4.3: Os relacionamentos entre Unidades Conceituais podem ser do tipo: *é_dependente_de* ou *é_precedida_de* / *é_sucedida_por*. *É_dependente_de* é uma propriedade e transitiva ($P(x,y)$ e $P(y,z)$ implica em $P(x,z)$) enquanto *é_precedido_de* e *é_sucedido_por* são propriedades inversas ($P1(x,y)$ iff $P2(y,x)$) e transitivas.
- ◆ Propriedade 4.4: Os relacionamentos entre Unidades Conceituais e Informações podem ser do tipo: *é_detalhada_por* (da Unidade Conceitual para a Informação).
- ◆ Propriedade 4.5: Os relacionamentos entre Informações podem ser do tipo: *é_relacionada_a*. Esta propriedade é simétrica ($P(x,y)$ iff $P(y,x)$).
- ◆ Propriedade 4.6: Os relacionamentos entre Informações e Metadados são do tipo *é_contextualizada_por*/contextualiza e são inversas.
- ◆ Propriedade 4.7: Os relacionamentos entre Unidades Conceituais e Metadados são do tipo *é_válida_em*/válida e são inversas.

- ◆ Propriedade 4.8: Os relacionamentos entre Objetos Multimídia e Unidades Conceituais são do tipo *é representado por/representa* e são inversas.
- ◆ Propriedade 4.9: Os relacionamentos dos Metadados tem cardinalidade igual a um.

É interessante observar que, enquanto o metadado contextualiza uma informação, devido a sua característica temporal, de autoria e de propriedade, ele valida ou não uma unidade conceitual.

Após apresentar estas definições e propriedades, utilizamos a linguagem OWL DL para representar o meta-modelo proposto como uma ontologia.

4.3. Os Conteúdos Representados através de Ontologia

Segundo Fensel (2003), ontologias provêm uma conceitualização explícita (i.e. meta-informação) que descreve as semânticas do dado. Noy & McGuinness (2001) indicam que uma ontologia define um vocabulário comum para pesquisadores que precisam compartilhar informação sobre um domínio, incluindo definições interpretáveis por máquinas de conceitos básicos no domínio e os relacionamentos entre eles. Assim, de modo a promover o compartilhamento de um entendimento comum dos conteúdos contidos em objetos de aprendizagem, propomos representar estes conteúdos através de uma linguagem de ontologia.

Ontologias e a web semântica têm sido discutidas atualmente no contexto de *e-learning* (Sampson et al., 2004). Entretanto, o uso de uma linguagem de ontologia para representar os conteúdos contidos em materiais educacionais, que são reutilizados para o desenvolvimento de LOs e também explorados, é uma abordagem inovadora.

Algumas características devem ser consideradas nesta abordagem: uma visão integrada da informação através de domínios diferentes, autoria, propriedade, referência temporal e a própria estrutura da informação.

Várias linguagens de definição de ontologias foram desenvolvidas nos últimos anos, tais como RDF (W3C, 2004a), SHOE (Heflin et al., 1996), OIL (Ontoknowledge, 2000), DAML (Greaves et al., 2000) e DAML+OIL (Horrocks et al., 2001). A OWL *Web Ontology Language* (W3C, 2004b) emerge como um novo padrão que é apoiado pela W3C para a definição de ontologias na web

semântica. Segundo Smith et al. (2004), a OWL visa prover uma linguagem que pode ser usada para descrever as classes e relacionamentos entre elas, que estão inerentes nos documentos web e aplicações. Esta linguagem pode ser usada para formalizar um domínio através da definição de classes e suas propriedades; definir indivíduos e afirmar propriedades sobre eles e prover raciocínios lógicos sobre estas classes e indivíduos de acordo com o grau permitido pela semântica formal da OWL.

OWL provê um conjunto de vocabulário mais rico do que o encontrado em RDF para melhor restringir o conjunto de triplas que podem ser representadas. Um documento OWL pode incluir um cabeçalho opcional de ontologia, classes, propriedades e descrições de indivíduos ou axiomas. OWL inclui três linguagens: OWL Lite, OWL DL e OWL Full. OWL Lite foi projetada para implementação fácil e prover usuários com um subconjunto funcional que os iniciará no uso de OWL. OWL DL (onde DL vem de *Description Logics* ou Lógica Preditiva) foi projetada para apoiar o seguimento existente de Lógica Descritiva e provê um subconjunto de linguagem que tem propriedades computacionais desejáveis para sistemas de raciocínio (*reasoning*). A linguagem completa OWL (OWL Full) torna flexível algumas das restrições da OWL DL de modo a disponibilizar ferramentas que podem ser usadas para muitos bancos de dados e sistemas de representação de conhecimento, mas que violam as restrições de Lógica Preditiva. Neste trabalho optamos por utilizar a OWL DL porque provê o máximo de expressividade sem perda de completude e decidabilidade computacional.

A seguir apresentamos as classes e propriedades do meta-modelo que foram definidas na linguagem OWL DL. As classes conceituais **Simples** e **Complexa** não foram implementadas em OWL porque a identificação do tipo de Unidade Conceitual se dá através das relações com outras unidades conceituais e/ou informações. Esta não identificação explícita possibilita uma maior facilidade e flexibilidade na definição de uma Unidade Conceitual.

Na Figura 4.4, apresentamos a definição da classe “Informação” (Definição 4.1), descrevendo o que representa uma informação. Também fazem parte da definição de “Informação” em OWL DL as respectivas restrições: Propriedade 4.9 em relação à cardinalidade de metadado referente a unidade conceitual; Propriedade 4.2 referente a cardinalidade mínima da composição e Propriedade 4.1 em relação à disjunção com outras classes.



Figura 4.4 – OWL DL da Definição 4.1 e propriedades relacionadas

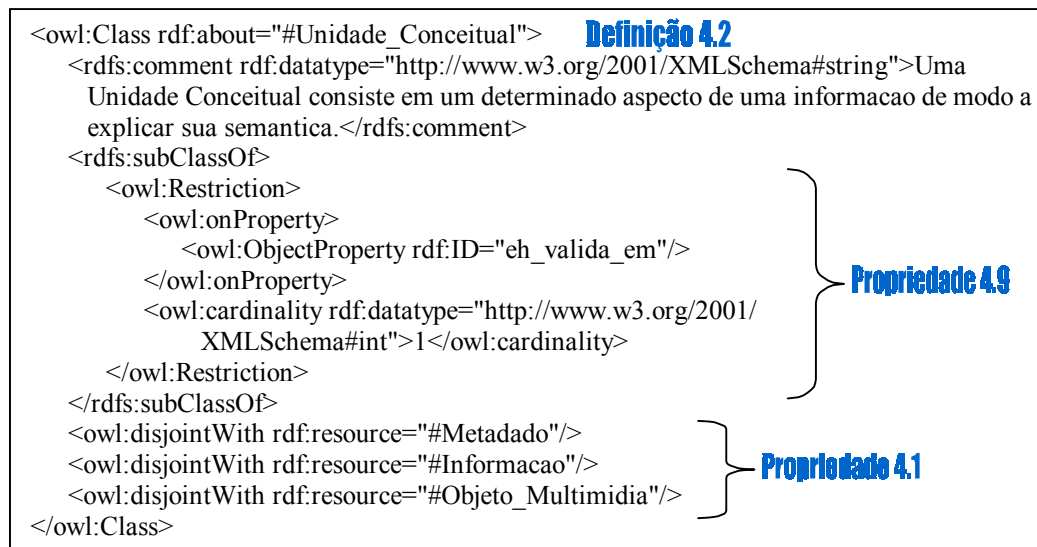


Figura 4.5 – OWL DL da Definição 4.2 e propriedades relacionadas

Na Figura 4.5 apresentamos a definição da classe “Unidade Conceitual” (Definição 4.2), descrevendo o que representa uma unidade conceitual. Também fazem parte da definição de “Unidade Conceitual” em OWL DL a restrição definida pela Propriedade 4.9 em relação à cardinalidade de metadado referente à

informação bem como a definida pela Propriedade 4.1 em relação à disjunção com outras classes.

Conforme descrito anteriormente, as Definições 4.3 e 4.4 não resultaram em definições de classes em OWL. Deste modo, a Figura 4.6 apresenta a definição da classe “Objeto Multimídia” (Definição 4.5), descrevendo o que representa um objeto multimídia. Também fazem parte da definição de “Objeto Multimídia” em OWL DL a restrição da Propriedade 4.1 em relação à disjunção com outras classes.

<pre> <owl:Class rdf:ID="Objeto_Multimidia"> <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Um Objeto Multimidia representa um arquivo multimidia disponivel na Web atraves de uma URI.</rdfs:comment> <owl:disjointWith> <owl:Class rdf:ID="Metadado"/> </owl:disjointWith> <owl:disjointWith> <owl:Class rdf:ID="Informacao"/> </owl:disjointWith> <owl:disjointWith> <owl:Class rdf:ID="Unidade_Conceitual"/> </owl:disjointWith> </owl:Class> </pre>	<p>Definição 4.5</p> <p>Um Objeto Multimidia representa um arquivo multimidia disponivel na Web atraves de uma URI.</p> <p>Propriedade 4.1</p>
--	--

Figura 4.6 – OWL DL da Definição 4.5 e propriedades relacionadas

A definição da classe “Objeto Multimídia” em OWL DL é complementada por sua referência a uma URI, o que é representado na Figura 4.7.

<pre> <owl:FunctionalProperty rdf:ID="Endereco"> <rdfs:domain rdf:resource="#Objeto_Multimidia"/> <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#anyURI"/> <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#DatatypeProperty"/> </owl:FunctionalProperty> </pre>	<p>Definição 4.5</p>
---	-----------------------------

Figura 4.7 – OWL DL da referência de um Objeto Multimídia a uma URI.

Na Figura 4.8, apresentamos a definição da classe “Metadado” (Definição 4.6), descrevendo o que representa metadado. Também fazem parte da definição de “Metadado” em OWL DL as restrições definidas pelas propriedades 4.9 em relação à cardinalidade de metadado e 4.1 em relação à disjunção com outras classes.

A Definição 4.7 deve servir como orientação para as aplicações de acesso ao conteúdo, sendo que a navegação entre os relacionamentos não é representada explicitamente em OWL DL.

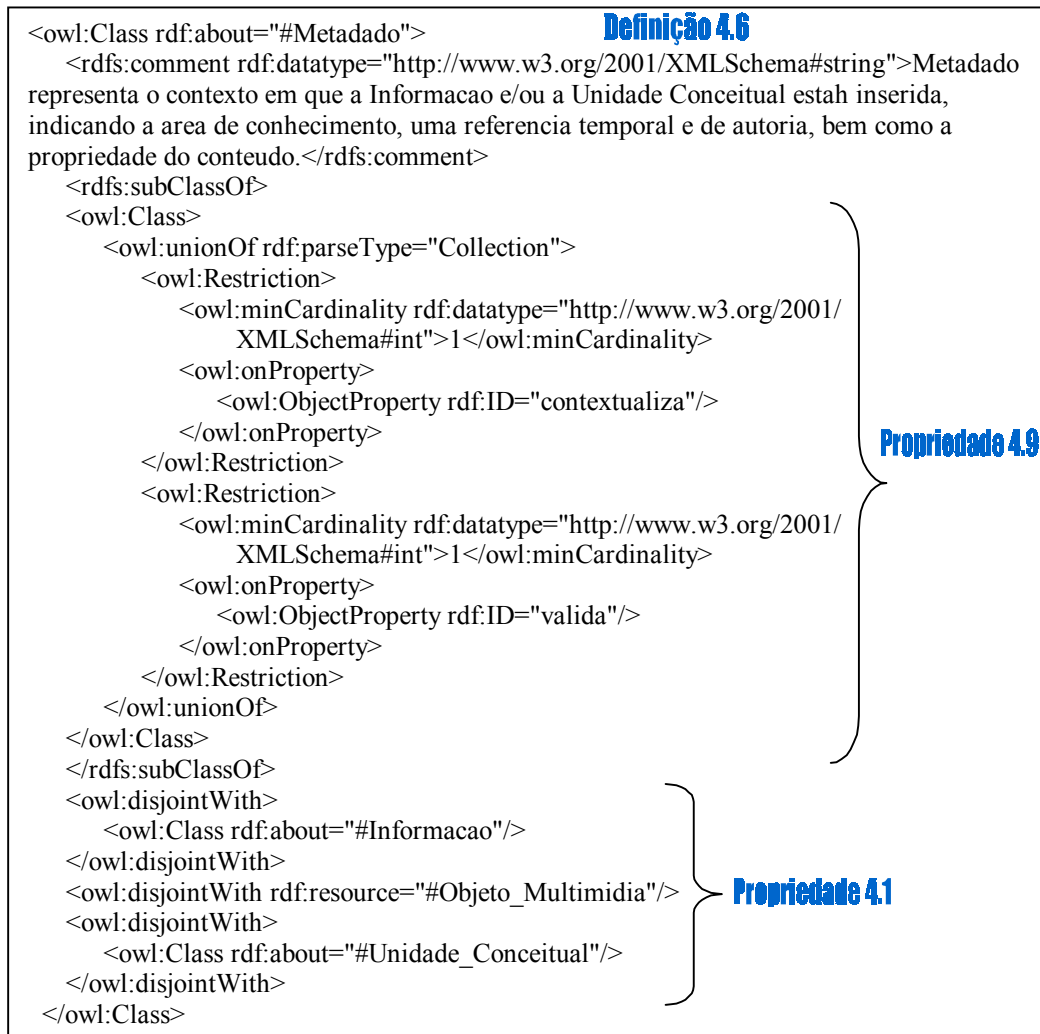


Figura 4.8 – OWL DL da Definição 4.6 e propriedades relacionadas

A Propriedade 4.1 deve ser especificada em todas as definições das classes consideradas disjuntas, deste modo aparecendo na definição das classes “Informação” (Figura 4.4), “Unidade Conceitual” (Figura 4.5), “Objeto Multimídia” (Figura 4.6) e “Metadado” (Figura 4.8).

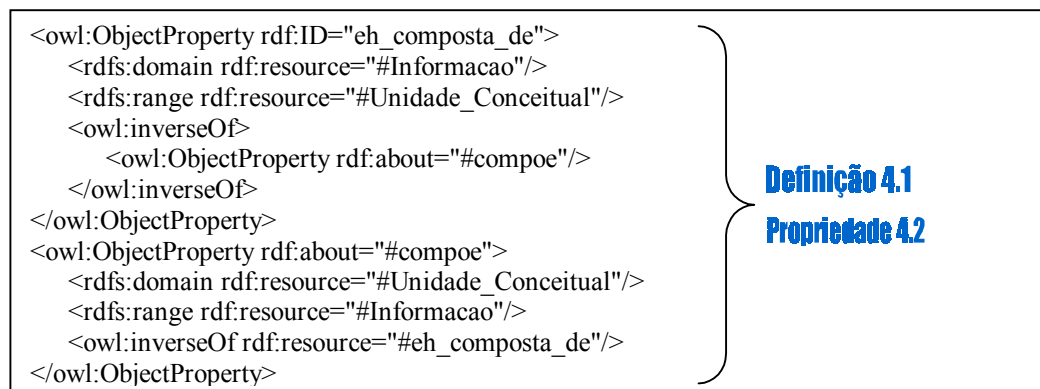


Figura 4.9 – OWL DL da Composição de Informação por Unidades Conceituais

A Propriedade 4.2 indica que uma informação é composta de pelo menos uma unidade conceitual. Esta restrição de cardinalidade é apresentada na definição

de “Informação” (Figura 4.4). Entretanto, é necessário especificar explicitamente uma composição, o que é ilustrado na Figura 4.9.

```

<owl:TransitiveProperty rdf:ID="eh_sucedida_de">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Unidade_Conceitual"/>
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  <owl:inverseOf>
    <owl:TransitiveProperty rdf:ID="eh_precedida_de"/>
  </owl:inverseOf>
  <rdfs:range rdf:resource="#Unidade_Conceitual"/>
</owl:TransitiveProperty>
<owl:TransitiveProperty rdf:about="#eh_precedida_de">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Unidade_Conceitual"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#eh_sucedida_de"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Unidade_Conceitual"/>
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
</owl:TransitiveProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="eh_dependente_de">
  <rdfs:range rdf:resource="#Unidade_Conceitual"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Unidade_Conceitual"/>
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>
</owl:ObjectProperty>

```

Propriedade 4.3

Figura 4.10 – OWL DL da Propriedade 4.3 e suas características

A Figura 4.10 representa as especificações da Propriedade 4.3, ilustrando assim as definições dos relacionamentos eh_dependente_de, eh_precedida_de e eh_sucedida_por e suas respectivas características.

A Figura 4.11 apresenta a especificação em OWL DL da Propriedade 4.4, definindo o relacionamento eh_detalhada_por, enquanto a Figura 4.12 apresenta a especificação da Propriedade 4.5, definindo o relacionamento eh_relacionada_a.

```

<owl:ObjectProperty rdf:ID="eh_detalhada_por">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Unidade_Conceitual"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Informacao"/>
</owl:ObjectProperty>

```

Propriedade 4.4

Figura 4.11 – OWL DL da Propriedade 4.4

```

<owl:SymmetricProperty rdf:ID="eh_relacionada_a">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Informacao"/>
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Informacao"/>
</owl:SymmetricProperty>

```

Propriedade 4.5

Figura 4.12 – OWL DL da Propriedade 4.5 e suas características

A Figura 4.13 apresenta a especificação dos relacionamentos entre “Metadado” e “Informação”, definindo em OWL DL os relacionamentos contextualiza e eh_contextualizada_por.

```

<owl:ObjectProperty rdf:about="#contextualiza">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Metadado"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#eh_contextualizada_por"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Informacao"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#eh_contextualizada_por">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Informacao"/>
  <owl:inverseOf>
    <owl:ObjectProperty rdf:about="#contextualiza"/>
  </owl:inverseOf>
  <rdfs:range rdf:resource="#Metadado"/>
</owl:ObjectProperty>

```

Propriedade 4.6

Figura 4.13 – OWL DL da Propriedade 4.6 e suas características

A Figura 4.14 apresenta a especificação dos relacionamentos entre “Metadado” e “Unidade Conceitual”, definindo em OWL DL os relacionamentos *valida* e *eh_valida_em*.

```

<owl:ObjectProperty rdf:about="#valida">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Metadado"/>
  <owl:inverseOf>
    <owl:ObjectProperty rdf:about="#eh_valida_em"/>
  </owl:inverseOf>
  <rdfs:range rdf:resource="#Unidade_Conceitual"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#eh_valida_em">
  <owl:inverseOf rdf:resource="#valida"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Unidade_Conceitual"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Metadado"/>
</owl:ObjectProperty>

```

Propriedade 4.7

Figura 4.14 – OWL DL da Propriedade 4.7 e suas características

A Figura 4.15 apresenta a especificação dos relacionamentos entre “Unidade Conceitual” e “Objeto Multimídia”, definindo em OWL DL os relacionamentos *representa* e *eh_representado_por*.

```

<owl:ObjectProperty rdf:ID="representa">
  <rdfs:range rdf:resource="#Objeto_Multimidia"/>
  <owl:inverseOf>
    <owl:ObjectProperty rdf:ID="eh_representado_por"/>
  </owl:inverseOf>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Unidade_Conceitual"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#eh_representado_por">
  <rdfs:range rdf:resource="#Unidade_Conceitual"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#representa"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Objeto_Multimidia"/>
</owl:ObjectProperty>

```

Propriedade 4.8

Figura 4.15 – OWL DL da Propriedade 4.8 e suas características

A Propriedade 4.9, que define a cardinalidade mínima em relação ao metadado, foi apresentada juntamente com a especificação das classes

“Informação” (Figura 4.4), “Unidade Conceitual” (Figura 4.5) e “Metadado” (Figura 4.8).

4.4. Uma Especialização do Meta-Modelo Proposto

A partir do meta-modelo proposto para representação dos conteúdos de materiais de aprendizagem, torna-se necessário especializar suas classes de modo a definir o modelo da informação. Neste caso, torna-se necessário que a instituição defina os tipos de informação e seus respectivos componentes (unidades conceituais).

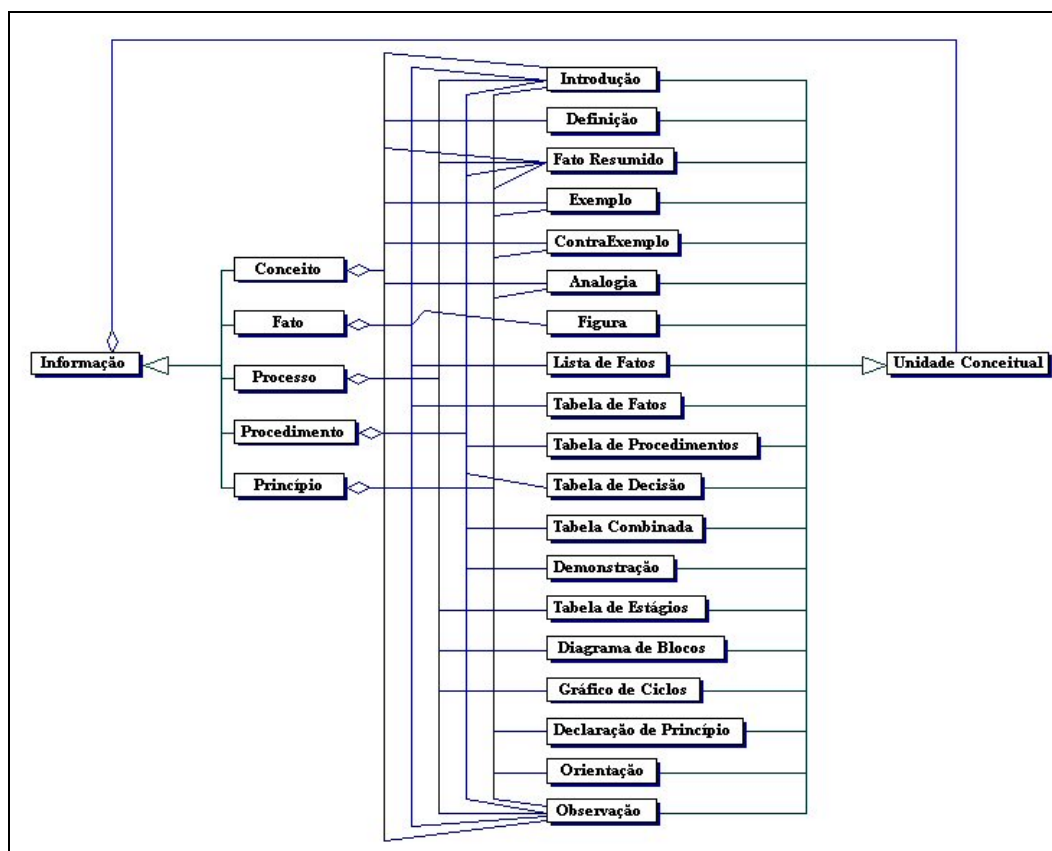


Figura 4.16 – Classes Especializadas do Meta-modelo

A proposta discutida por Barritt & Lewis (2000) considera as taxonomias de Merrill (Merrill & Twitchell, 1994) e Bloom (Bloom & Karthwohl, 1984) ao representar uma síntese do mapeamento de informação e o trabalho de Ruth Clark (Clark, 1989). Se considerarmos uma instituição que adote esta proposta, podemos fazer as devidas especializações no meta-modelo (Figura 4.16). Neste caso temos que uma informação pode ser um conceito, fato, processo, procedimento ou princípio. As unidades conceituais são: introdução, definição, fato resumido (i.e., em alto nível), exemplo, contra-exemplo, analogia, figura

(com partes/fatos), lista de fatos, tabela de fatos, tabela de procedimentos, tabela de decisão, tabela combinada, demonstração, tabela de estágios, diagrama de blocos, gráfico de ciclos, declaração de princípio, orientação e observação.

A seguir descrevemos as informações e unidades conceituais, adaptadas a partir do trabalho apresentado por Barritt & Lewis (2000), de modo a permitir maior flexibilidade na implementação dos conteúdos. Estas adaptações referem-se à remoção de restrições de unidades conceituais que estavam obrigatoriamente contidas em determinadas informações, tais como um exemplo ser obrigatório na explicação de um conceito. Embora um exemplo facilite o entendimento de um determinado conceito, não é obrigatório exemplificar para explicar o conceito. Deste modo, retiramos estas restrições de modo a permitir a representação de conteúdos que foram desenvolvidos sem considerar originalmente esta proposta de Barritt & Lewis (2000).

Um conceito é usado para ensinar um grupo de objetos, símbolos, idéias ou eventos que são designados por uma palavra ou termo, compartilham uma característica comum e variam em características irrelevantes. Um conceito deve ter uma definição que identifique claramente suas características de maneira breve, enfatizando o termo a ser definido. Além disto, um conceito pode conter uma introdução que estabeleça seu propósito, fatos que sejam necessários para explicá-lo, exemplos que o ilustrem, contra-exemplos, analogias que possibilitem relacionar à experiência do usuário e observações que possam ser de interesse.

Um fato é usado quando é necessário ensinar algo único, específico. Um fato deve ter uma figura que identifique as partes essenciais, uma lista que categorize o fato ou uma tabela com as partes e suas funções. Fatos também podem ter uma introdução que estabeleça o seu propósito, bem como observações.

Um procedimento é usado quando é necessário ensinar uma seqüência de passos a serem seguidos por um indivíduo de modo a desempenhar uma tarefa ou tomar decisões. As ações de um procedimento devem ser executadas sempre do mesmo modo (dentro de uma dada situação). Um procedimento tem um tipo de tabela (de procedimentos, decisões ou combinada). Uma tabela de procedimentos tem um conjunto de passos a serem seguidos e suas respectivas ações, enquanto uma tabela de decisões tem condições e ações a serem realizadas segundo estas condições. Uma tabela combinada contém as características de tabelas de procedimentos e de decisões. Um procedimento pode ter ainda uma introdução,

fatos que expliquem o procedimento, uma demonstração que ilustra sua realização e observações.

Um processo é usado para ensinar como um sistema funciona, sendo útil no apoio a tarefas de trabalho, provendo motivação e assegurando a qualidade total do trabalho. Um processo consiste em um fluxo de eventos que descreve como algo funciona, sendo que várias pessoas ou organizações estão envolvidas. Um processo tem um tipo de apresentação (tabela de estágios, diagrama de blocos ou gráfico de ciclos). Uma tabela de estágios indica para cada estágio o que acontece, enquanto um diagrama de blocos indica um fluxo de trabalho apresentando quem ou o que é responsável por cada ação naquele estágio; e um gráfico de ciclos indica a responsabilidade de ações em estágios através de círculos e setas. Uma introdução que estabelece o propósito do processo, bem como fatos e observações também podem ser usados em um processo.

Um princípio é usado em uma tarefa de trabalho que requer julgamento ou quando orientações devem ser aplicadas em uma situação de trabalho. Um princípio contém orientações de peritos. Podem conter ainda uma introdução, fatos que expliquem o princípio, uma declaração do princípio que descreve o padrão aceito de comportamento, exemplos, contra-exemplos, analogias e observações.

As classes definidas no meta-modelo devem ser instanciadas de modo a descrever as semânticas dos conteúdos contidos nos materiais de aprendizagem. O Anexo A apresenta uma especificação em OWL DL da especialização do meta-modelo segundo esta adaptação da proposta da CISCO (Barritt & Lewis, 2000).