



**UNIVERSIDADE SALVADOR – UNIFACS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO ACADÊMICO EM SISTEMAS E COMPUTAÇÃO**

**LUIZ AUGUSTO MATOS DA SILVA**

**AUTORIA DE OBJETOS DIGITAIS COMPLEXOS**  
**BASEADA EM DOCUMENTOS ATRAVÉS DA ANOTAÇÃO**  
**SEMÂNTICA DE CONTEÚDO**

Salvador  
2009

**LUIZ AUGUSTO MATOS DA SILVA**

**AUTORIA DE OBJETOS DIGITAIS COMPLEXOS  
BASEADA EM DOCUMENTOS ATRAVÉS DA ANOTAÇÃO  
SEMÂNTICA DE CONTEÚDO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Sistemas e Computação da Universidade Salvador – UNIFACS, como requisito parcial obrigatório para obtenção do grau de Mestre em Sistemas e Computação.

Orientador: Prof. Dr. André Santanchè

Salvador  
2009

### FICHA CATALOGRÁFICA

(Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Salvador - UNIFACS)

Silva, Luiz Augusto Matos da

Autoria de objetos digitais complexos baseada em documentos através da anotação semântica de conteúdo / Luiz Augusto Matos da Silva . - 2009.

113 f. : il

Dissertação (Mestrado)- Universidade Salvador – UNIFACS. Mestrado em Sistemas de Computação, 2008.

Orientador: Prof. Dr. André Santanchè.

1. Objeto Digital Complexo. 2. Anotação Semântica. 3. Interoperabilidade. 4.Reuso. 5. Unidade de Aprendizagem. 6. Semântica In Loco. I. Santanchè, André, orient. II. Título.

CDD: 004

TERMO DE APROVAÇÃO

LUIZ AUGUSTO MATOS DA SILVA

AUTORIA DE OBJETOS DIGITAIS COMPLEXOS BASEADA  
EM DOCUMENTOS ATRAVÉS DA ANOTAÇÃO  
SEMÂNTICA DE CONTEÚDO

Dissertação aprovada, como requisito parcial obrigatório para obtenção do grau de Mestre em Sistemas e Computação da Universidade Salvador – UNIFACS, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. André Santanchè – Orientador \_\_\_\_\_

Doutor em Ciência da Computação, Universidade Estadual de Campinas

Universidade Salvador – UNIFACS

Prof. Dr. Jorge Alberto Prado de Campos \_\_\_\_\_

Doutor em Spatial Information Science and Engineering, University of Maine

Universidade Salvador – UNIFACS

Profa. Dra. Teresinha Fróes Burnham \_\_\_\_\_

Doutora em Filosofia, University of Southampton

Universidade Federal da Bahia – UFBA

Salvador, 18 de Junho de 2009.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, grande arquiteto do universo, Senhor de todas nossas conquistas e emoções, cuja fé foi base fundamental para a concretização deste sonho.

À minha família, Rozineide (mãe), Luciana (irmã), Maria Aleluia (avó) e João (avô), pela criação, formação, alegrias, princípios e apoio em todas as fases de minha vida.

À minha esposa, Laís, por estar ao meu lado, da concepção ao alcance desta meta, pelo incentivo, motivação e, principalmente, por desviar minha atenção e proporcionar momentos da mais pura felicidade. Agradeço, também, a meus sogros, George e Sonalva, pelas condições oferecidas, sem nenhum momento titubear, à realização deste trabalho.

Aos professores, funcionários e colegas do Núcleo de Pesquisa em Redes e Computação (NUPERC), agradeço pelo acolhimento, recepção e ensinamentos, feito aqui especialmente em nome do Professor André Santanchè. Sua influência e participação desde o ascender de uma idéia, passando por todos os momentos de elaboração deste trabalho, foi o que garantiu o meu verdadeiro aprendizado. A retribuição dos ensinamentos e reflexões será feita passando-os adiante àqueles com quem eu tenha a oportunidade de aprender e ensinar.

Também agradeço aos meus estimados alunos por me darem uma nova lição a cada dia e por compor a peça fundamental de motivação deste trabalho: a sala de aula.

Por fim, agradeço a Fundação de Apoio à Pesquisa da Bahia (FAPESB), a Fundação de Tecnologia do Acre (FUNTAC) – por meio do Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FDCT) – e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – no âmbito do Projeto BioCORE – pelo financiamento deste trabalho de pesquisa.

*“A mente que se abre a uma nova idéia  
jamais volta ao seu tamanho original.”*  
(A. Einstein)

Dedicado a minha esposa, Laís.

## RESUMO

Objetos digitais complexos congregam diversos tipos de artefatos digitais (e.g., texto, imagem, áudio etc.), sendo usualmente formados por artefatos de conteúdo e metadados que os descrevem, relacionam e organizam internamente. Quando seguem padrões de interoperabilidade, tais objetos podem ser compartilhados e reusados na Web, entretanto, a adoção desses padrões requer o uso de ferramentas específicas para a sua autoria. Isso resulta para o autor em um processo oneroso, com a multiplicação de metáforas e ferramentas, que podem gerar dependência de um profissional especialista. Nesse contexto, o presente trabalho propõe uma metodologia para a autoria de objetos digitais complexos, que se desenvolve inteiramente em documentos com o uso de processadores de texto. A metodologia faz uso de uma estratégia para anotação, concomitante à produção de conteúdo, denominada *Semântica In Loco*. Para o desenvolvimento do trabalho foi realizada, no início e durante a sua evolução, uma pesquisa exploratória que envolveu o estudo de elementos fundamentais para a compreensão do problema e interpretação do seu contexto. A validação da pesquisa ocorreu mediante a aplicação de um exemplo prático de uso. As principais contribuições deste trabalho são: uma metodologia otimizada para a autoria de objetos digitais complexos, reduzindo o esforço dedicado ao processo de autoria convencional; um padrão de anotação semântica para o domínio educacional; uma ferramenta para a montagem automatizada de objetos digitais complexos na forma de Unidades de Aprendizagem do padrão IMS *Learning Design*; a sistematização das principais ferramentas de anotação semântica e autoria de objetos digitais complexos.

**Palavras-chave:** Objeto Digital Complexo. Anotação Semântica. Interoperabilidade. Reuso. Unidade de Aprendizagem. Semântica In Loco.

## ABSTRACT

Complex digital objects bring together many types of digital artifacts (e.g., text, image, audio etc.), and are usually composed of content artifacts and metadata which describe, relate and organize them. When interoperability standards are adopted, such objects may be shared and reused through the Web, but the adoption of these standards usually requires specific tools for authoring. As a consequence, the author faces a difficult process of multiplication of metaphors and tools, which can generate a specialist dependence. In this context, this work proposes a methodology for authoring complex digital objects, which is completely document-driven. It adopts the In Loco Semantic strategy, in which annotations process occurs concurrently with the production of content. For the development of this work was performed, at the beginning and during its evolution, an exploratory research involving the study of key elements for understanding the problem and interpretation of context. The validation of the research occurs with a practical example of use. The main contributions offered by this work are: a methodology optimized for authors of complex digital objects, reducing the effort of the conventional authoring process; a semantic annotation pattern for the education domain; a tool for building complex digital objects in Unit of Learning format of the IMS Learning Design specification; systematization of the main tools for semantic annotation and authoring of complex digital objects.

**Keywords:** Complex Digital Object. Semantic Annotation. Interoperability. Reuse. Unit of Learning. In Loco Semantic.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Exemplo de um objeto digital complexo na forma de um OA.....	23
<b>Figura 2</b> - Arquivos que fazem parte do objeto complexo e relacionamentos do OA.....	24
<b>Figura 3</b> - Estrutura do pacote IMS CP.....	26
<b>Figura 4</b> - Organização e empacotamento dos arquivos de um ODC no <i>Reload Editor</i> .....	27
<b>Figura 5</b> - Pacote ZIP do objeto digital complexo e trecho do manifesto XML .....	27
<b>Figura 6</b> - Estrutura do pacote IMS CP e de uma UA do IMS LD.....	29
<b>Figura 7</b> - Estrutura conceitual e níveis do IMS LD.....	31
<b>Figura 8</b> - Processo convencional de autoria de objetos digitais complexos .....	35
<b>Figura 9</b> - Ciclo de vida para <i>Learning Design</i> .....	37
<b>Figura 10</b> - Características predominantes da preparação de documentos .....	41
<b>Figura 11</b> - Objetos abstratos e concretos de um documento.....	43
<b>Figura 12</b> - Tipos de marcação .....	44
<b>Figura 13</b> - Exemplo do uso de estilos em um processador de texto.....	46
<b>Figura 14</b> - Representação de um grafo RDF.....	49
<b>Figura 15</b> - Anotação Semântica de um texto .....	51
<b>Figura 16</b> - Abordagens para padronização de documentos .....	53
<b>Figura 17</b> - Modelo de documento do <i>Komposer Suite</i> .....	56
<b>Figura 18</b> - Edição de metadados no <i>Komposer</i> .....	56
<b>Figura 19</b> - Visão geral da metodologia QBLs .....	57
<b>Figura 20</b> - Anotações realizadas em um processador de texto.....	58
<b>Figura 21</b> - Documento a ser convertido no formato XML da THDL .....	60
<b>Figura 22</b> - Lista de estilos definidos pela THDL para marcação do documento .....	61
<b>Figura 23</b> - Conversão do documento do <i>Microsoft Word</i> para o formato XML.....	61
<b>Figura 24</b> - Trecho do documento XML gerado (metadados).....	61
<b>Figura 25</b> - Trecho do documento XML gerado (conteúdo).....	62
<b>Figura 26</b> - Arquitetura do <i>Semantic Word</i> .....	63
<b>Figura 27</b> - Barras de Ferramentas e Menus do <i>Semantic Word</i> .....	63
<b>Figura 28</b> - Fragmento de um documento anotado com o <i>Semantic Word</i> .....	64
<b>Figura 29</b> - Exemplo da aplicação de estilos em um material pedagógico .....	70
<b>Figura 30</b> - Conversão de anotações na estrutura de um ODC baseado no IMS LD .....	71
<b>Figura 31</b> - Ferramentas de edição, execução e apresentação de um OA.....	72

<b>Figura 32</b> - Associação do conteúdo aos estilos e sua representação em RDF .....	74
<b>Figura 33</b> - Processo de autoria de objetos digitais complexos da metodologia ARARA .....	76
<b>Figura 34</b> - Esquema conceitual do IMS Learning Design .....	76
<b>Figura 35</b> - Hierarquia de classes da ontologia subparte do IMS LD .....	78
<b>Figura 36</b> - Anotação de conteúdo com os estilos definidos pela metodologia ARARA .....	79
<b>Figura 37</b> - Anotação de conteúdo com os estilos definidos pela metodologia ARARA .....	80
<b>Figura 38</b> - Ambiente Web para geração de artefatos da metodologia ARARA .....	81
<b>Figura 39</b> - Resultado do processamento de extração e conversão .....	82
<b>Figura 40</b> - Conteúdo da Unidade de Aprendizagem .....	82
<b>Figura 41</b> - Visualização dos artefatos gerados .....	83
<b>Figura 42</b> - Manifesto XML que descreve a estrutura e o conteúdo da UA .....	83
<b>Figura 43</b> - Importação da Unidade de Aprendizagem no <i>Reload LD Player</i> .....	84
<b>Figura 44</b> - Visualização de dados da Unidade de Aprendizagem no <i>Reload LD Player</i> .....	84
<b>Figura 45</b> - Execução da Unidade de Aprendizagem no <i>Reload LD Player</i> .....	85
<b>Figura 46</b> - Visualização dos pré-requisitos da UA no <i>Reload LD Player</i> .....	85

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Grupos de propriedades do <i>BaseScheme</i> definido no LOM.....	25
<b>Quadro 2</b> - Glossário de termos de estilos .....	46
<b>Quadro 3</b> - Problemas com o uso de estilos .....	48
<b>Quadro 4</b> - Comparação entre os trabalhos de autoria e anotação semântica de objetos digitais complexos.....	66
<b>Quadro 5</b> - Mapeamento estilos e elementos do IMS LD.....	77
<b>Quadro 6</b> - Comparação entre os trabalhos relacionados e a metodologia ARARA.....	87

## LISTA DE SIGLAS

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
DAML	DARPA Agent Markup Language
DDEx	Document Data Extractor
EAD	Educação a Distância
GML	Generalized Markup Language
HTML	HyperText Markup Language
IMS	Instructional Management Systems
IMS CP	IMS Content Packaging
IMS LD	IMS Learning Design
LOM	Learning Object Metadata
OA	Objeto de Aprendizagem
ODC	Objeto Digital Complexo
OIL	Ontology Inference Layer
OWL	Web Ontology Language
PIF	Package Interchange File
RDF	Resource Description Framework
SCORM	Sharable Content Object Reference Model
SGML	Standard Generalized Markup Language
UA	Unidade de Aprendizagem
UML	Unified Modeling Language
URI	Uniform Resource Identifier
XML	Extensible Markup Language

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	17
1.1	MOTIVAÇÃO .....	17
1.2	OBJETIVOS .....	18
1.2.1	<b>Geral</b> .....	18
1.2.2	<b>Específicos</b> .....	18
1.3	METODOLOGIA .....	19
1.4	CONTRIBUIÇÕES .....	19
1.5	ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO .....	20
2	AUTORIA DE OBJETOS DIGITAIS COMPLEXOS .....	21
2.1	OBJETOS DIGITAIS COMPLEXOS .....	21
2.2	OBJETOS DIGITAIS COMPLEXOS ABERTOS .....	22
2.3	OBJETOS DE APRENDIZAGEM .....	22
2.4	PADRÕES DE INTEROPERABILIDADE .....	24
2.4.1	<i>Learning Object Metadata</i> .....	25
2.4.2	<i>IMS Content Packaging</i> .....	26
2.4.3	<i>Sharable Content Object Reference Model</i> .....	28
2.4.4	<i>IMS Learning Design</i> .....	28
2.5	PROCESSO DE AUTORIA CONVENCIONAL.....	34
2.5.1	<b>Descrição Geral</b> .....	35
2.5.2	<b>Ciclo de Vida para <i>Learning Design</i></b> .....	37
2.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	38
3	ANOTAÇÃO SEMÂNTICA DE CONTEÚDO .....	40
3.1	PROCESSAMENTO DE TEXTOS .....	40
3.1.1	<b>Organização do Conteúdo em Processadores de Texto</b> .....	41
3.1.2	<b>Marcação e o Processamento de Texto</b> .....	43
3.1.3	<b>O Uso de Estilos em Processadores de Texto</b> .....	45
3.2	WEB SEMÂNTICA E ONTOLOGIAS .....	48
3.2.1	<i>Resource Description Framework</i> .....	49
3.2.2	<i>Web Ontology Language</i> .....	49

<b>3.2.3 Ontologias</b> .....	<b>50</b>
3.3 ANOTAÇÃO SEMÂNTICA .....	50
3.4 ABORDAGENS PARA PADRONIZAÇÃO DE DOCUMENTOS .....	52
3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	54
4 SISTEMAS DE AUTORIA E ANOTAÇÃO SEMÂNTICA .....	55
4.1 <i>KOMPOSER SUITE</i> .....	55
4.2 <i>QUESTION BASED LEARNING SYSTEM</i> .....	57
4.3 <i>TIBETAN &amp; HIMALAYAN DIGITAL LIBRARY MARKUP</i> .....	59
4.4 <i>SEMANTIC WORD</i> .....	62
4.5 COMPARAÇÃO ENTRE OS TRABALHOS RELACIONADOS .....	65
4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	68
5 ARARA: AUTORIA DE OBJETOS DIGITAIS COMPLEXOS BASEADA EM DOCUMENTOS .....	69
5.1 CENÁRIO .....	69
5.2 VISÃO GERAL .....	70
5.3 SEMÂNTICA IN LOCO .....	72
<b>5.3.1 Padrões de Anotação</b> .....	<b>73</b>
<b>5.3.2 Etapas de Implantação</b> .....	<b>74</b>
5.4 PROCESSO DE AUTORIA DE OBJETOS DIGITAIS COMPLEXOS ..	75
5.5 ESQUEMA CONCEITUAL .....	76
5.6 FERRAMENTA DE EXTRAÇÃO E CONVERSÃO .....	78
5.7 EXEMPLO PRÁTICO .....	79
5.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	86
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	88
6.1 CONCLUSÕES .....	88
6.2 TRABALHOS FUTUROS.....	90
REFERÊNCIAS.....	91
APÊNDICE A – Criação de uma Unidade de Aprendizagem do IMS LD no <i>Reload Learning Design Editor</i> .....	97
APÊNDICE B – Documento utilizado no exemplo prático.....	106

APÊNDICE C – Manifesto XML obtido no exemplo prático .....	109
APÊNDICE D – Contatos realizados com outros pesquisadores .....	111

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 MOTIVAÇÃO

Com o crescente uso dos recursos de Tecnologia da Informação e Comunicação a quantidade de informações produzidas através destes meios tem aumentado vertiginosamente. Recursos digitais, como texto e imagem, são frequentemente combinados com áudio, vídeo e animações tridimensionais, a fim de serem disponibilizados na Web por intermédio das mais diversas aplicações (e.g., comércio eletrônico, educacionais, entretenimento etc.). A crescente heterogeneidade e complexidade nas relações destes recursos faz com que eles deixem de ser tratados sob uma ótica de artefatos digitais individuais, para serem considerados objetos digitais complexos.

Neste trabalho, o termo Objeto Digital Complexo (ODC) faz referência a um conjunto de iniciativas em diversas áreas, que buscam definir padrões de interoperabilidade para o compartilhamento de conteúdo digital (BEKAERT e outros, 2005). Estas iniciativas são normalmente baseadas em *Extensible Markup Language* (XML) e visam fornecer uma estrutura que torne seu conteúdo interpretável por aplicações computacionais (BEKAERT e outros, 2003). Para efeito de delimitação da proposta deste trabalho, a pesquisa restringiu-se aos padrões de interoperabilidade desenvolvidos no contexto da Educação.

Os ODCs são baseados em formatos abertos de metadados que fornecem subsídios para interoperabilidade, reuso, manutenção e recuperação de conteúdo. Além dos aspectos de interoperabilidade, tais padrões devem considerar a distribuição do conteúdo quando este ultrapassa as fronteiras de sua aplicação de origem (e.g., uma biblioteca digital), diante, por exemplo, da necessidade de serem reusados por entidades externas e em contextos diferentes. Como os ODCs são compostos por várias mídias (e.g., texto, áudio, vídeo etc.), o desafio torna-se maior do que uma simples troca de arquivos. Mais do que reusar um documento contendo uma lição de um curso a distância, é preciso reusar o curso completo composto por diversos tipos de artefatos inter-relacionados.

A autoria dos objetos digitais complexos – quando se define seu conteúdo e metadados descritivos – é uma etapa essencial para definir o grau de interoperabilidade e reuso do objeto produzido. Por mais que um sistema de autoria preencha automaticamente os metadados básicos de um objeto (e.g., nome do autor, data de criação, palavras-chave etc.) restam dados essenciais para o seu compartilhamento a serem preenchidos, muitas vezes, manualmente pelo próprio usuário (STEINACKER e outros, 2001).

O processo de autoria de ODCs exige a combinação de ferramentas de propósito geral (processador de texto, editor de página Web, editor de imagem etc.) e especializadas (editor de metadados, agregador de recursos etc.), destinadas à produção de conteúdo e à montagem e descrição dos objetos digitais complexos, respectivamente. Estas ferramentas são utilizadas, muitas vezes, de forma separada, por meio de ambientes e metáforas (ou terminologias) distintos, além de exigir conhecimentos e habilidades específicos. Por conta disto, o processo de autoria de ODCs torna-se oneroso, demandando tempo e custo em sua execução. É nesse contexto que este trabalho se insere, uma vez que propõe um processo otimizado de autoria de ODCs, com consequente economia de tempo e recursos.

A motivação deste trabalho é traduzida na seguinte questão: como simplificar o processo convencional de autoria de objetos digitais complexos e reduzir o número de etapas de sua execução?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Geral

Desenvolver uma metodologia para a autoria de objetos digitais complexos baseada em documentos, partindo de uma abordagem denominada Semântica *In Loco*, a fim de reduzir os esforços empregados no processo de autoria convencional.

### 1.2.2 Específicos

- a) Definir um padrão de anotação semântica para o conteúdo produzido em processadores de texto, com a finalidade de permitir a extração deste conteúdo e a criação de objetos digitais complexos no domínio da Educação.
- b) Desenvolver uma estratégia automatizada de compartilhamento e reuso do conteúdo produzido em processadores de texto, através do uso de padrões abertos de interoperabilidade.
- c) Projetar e desenvolver um software livre e gratuito para interpretação, extração e manutenção da estrutura do conteúdo produzido em processadores de texto aproveitando toda a semântica utilizada no texto original.
- d) Apresentar um exemplo prático de produção de material educacional utilizando a metodologia proposta.

### 1.3 METODOLOGIA

Do ponto de vista procedimental, a metodologia adotada para o desenvolvimento desta dissertação consistiu de uma pesquisa exploratória, realizada no início e durante a evolução do trabalho, a partir da identificação e levantamento de material bibliográfico já publicado, tais como livros e artigos científicos. A pesquisa envolveu também o estudo de elementos que possibilitaram a compreensão do problema e interpretação do seu contexto, permitindo o amplo e detalhado conhecimento em relação ao tema.

Foram realizadas as definições do processo convencional de autoria de ODCs, das formas de organização de conteúdo existentes para processadores de texto, de um padrão de anotação semântica de conteúdo com base em padrões abertos de interoperabilidade – IMS *Content Packaging* (IMS CP) e IMS *Learning Design* (IMS LD). Foram realizadas também as atividades de concepção, análise e elaboração da metodologia de autoria de ODCs e da ferramenta de extração e conversão propostas. Por fim, a validação da pesquisa ocorreu mediante a aplicação de um exemplo prático de uso.

### 1.4 CONTRIBUIÇÕES

- a) As principais contribuições deste trabalho são:
- b) Uma metodologia otimizada para a autoria de objetos digitais complexos, reduzindo o esforço dedicado ao processo de autoria convencional;
- c) Um padrão de anotação semântica para o domínio da Educação, utilizado na extração de conteúdo produzido em processadores de texto;
- d) Uma ferramenta de montagem automatizada de objetos digitais complexos na forma de Unidades de Aprendizagem do padrão IMS *Learning Design*, a partir de dados e metadados extraídos de documentos anotados;
- e) Sistematização das principais ferramentas de anotação semântica e autoria de objetos digitais complexos;
- f) Otimização do processo de criação de cursos em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs).

As contribuições deste trabalho foram publicadas e apresentadas no VII Workshop de Teses e Dissertações em Bancos de Dados do XXIII Simpósio Brasileiro de Banco de Dados (2008) e na forma de pôster no V Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância (2008).

## 1.5 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

O restante do texto está organizado conforme descrito a seguir. No Capítulo 2 são apresentadas definições e características dos objetos digitais complexos, alguns padrões de interoperabilidade que os representam, além do processo convencional de autoria destes objetos. O Capítulo 3 trata sobre o processamento de texto e a sua relação com a anotação semântica de conteúdo. No Capítulo 4 são apresentados os trabalhos relacionados a esta dissertação, com uma breve descrição e a avaliação de propostas acadêmicas e comerciais desenvolvidos na mesma linha de pesquisa deste trabalho. O Capítulo 5 contém a descrição da metodologia de autoria de objetos digitais complexos proposta nesta dissertação, detalhando o padrão de anotação da Semântica *In Loco* e o mecanismo de extração e conversão desenvolvido, além disso, é demonstrado um exemplo prático de uso. O Capítulo 6 contém as considerações finais do trabalho, com suas principais contribuições e sugestões para trabalhos futuros. O Capítulo 7 lista as referências bibliográficas utilizadas. E por fim, nos Apêndices A, B, C e D foram inseridos um exemplo de criação de uma Unidade de Aprendizagem, o documento utilizado no exemplo prático, a instância do manifesto XML gerado e os contatos realizados com outros pesquisadores durante o desenvolvimento deste trabalho, respectivamente.

## 2 AUTORIA DE OBJETOS DIGITAIS COMPLEXOS

Este capítulo apresenta uma síntese dos atuais trabalhos relacionados à autoria de objetos digitais complexos para o domínio da Educação a Distância (EAD). Para isso são apresentadas definições e características relacionadas a esses objetos, além da apresentação de alguns padrões de interoperabilidade que os representam. Assim, pretende-se mostrar como pode ser feita a autoria, o compartilhamento e o reuso de conteúdo digital através de objetos de aprendizagem a serem utilizados em ambientes virtuais de aprendizagem e bibliotecas digitais.

### 2.1 OBJETOS DIGITAIS COMPLEXOS

Um Objeto Digital Complexo (ODC) caracteriza-se pela sua heterogeneidade e por ser constituído de uma coleção complexa e inter-relacionada de subpartes (BEKAERT e outros, 2005; NELSON e outros, 2001). Tais objetos são formados por conteúdo e metadados que os descrevem e organizam internamente, transformando-os em unidades de reuso, sendo também considerados uma forma de representação de entidades distintas, que agregam um conjunto de artefatos digitais e seus relacionamentos.

Do ponto de vista conceitual, sem considerar um formato ou tecnologia específica, um ODC pode ser visto por uma perspectiva de organização de dados com as seguintes características (SANTANCHÈ e outros, 2009):

- a) **Unidade de dados:** um ODC é uma abstração que representa um conjunto unificado de dados. Krueger (1992), determina que toda abstração de software possui dois níveis: um alto nível (especificação) e um baixo nível (realização ou implementação). Desta forma, o nível de realização de um ODC consiste dos artefatos digitais relacionados que o compõem, enquanto o nível de especificação é representado pelo objeto como um todo, ou seja, como uma unidade de dados.
- b) **Composição hierárquica:** a abstração apresentada anteriormente permite compor objetos digitais complexos em camadas, em que uma especificação de uma camada inferior é a realização de uma camada superior (KRUEGER, 1992). Objetos digitais complexos de uma camada inferior podem ser compostos por outros objetos digitais complexos e artefatos digitais, resultando em um objeto de alto nível.
- c) **Unidade de dados distintos:** cada objeto digital complexo deve representar explicitamente os limites entre o que faz parte do objeto e o que não faz.

De acordo com essa perspectiva identificam-se diferentes tipos de ODCs. Por exemplo, um documento de texto é uma unidade de dados composta por um conjunto de artefatos relacionados – palavras, tabelas, imagens etc; um software aplicativo é formado por diversas unidades de código de programação, arquivos de dados etc; uma apresentação de *slides* pode conter diagramas, gráficos, animações etc.

## 2.2 OBJETOS DIGITAIS COMPLEXOS ABERTOS

Segundo Bekaert e outros (2005), um ODC é representado por um conjunto de iniciativas comprometidas em definir padrões de interoperabilidade para o compartilhamento e reuso de conteúdo digital em um domínio específico. Neste trabalho, tais iniciativas são categorizadas como Objetos Digitais Complexos Abertos (ODCA) e algumas são citadas a seguir.

Na área de multimídia existe o padrão MPEG-21, criado para permitir a distribuição de conteúdo multimídia através de uma infra-estrutura capaz de integrar artefatos de diferentes tecnologias. O MPEG-21 é um padrão formado por dezoito subpartes cada uma delas detalhando um aspecto do padrão: metadados descritivos, empacotamento e distribuição, propriedade intelectual etc (BURNETT e outros, 2003).

Para o arquivamento a longo prazo de artefatos digitais foi criado o padrão *Open Archival Information System* (OAIS) que define diretrizes para a construção de repositórios aptos a lidar com o impacto das mudanças tecnológicas sobre os artefatos digitais arquivados (CCSDS, 2002). Associado ao OAIS está o *Metadata Encoding & Transmission Standard* (METS), um padrão de metadados para objetos digitais definido pelo governo norte-americano (METS, 2004). Ambos são resultados de pesquisa na área de bibliotecas digitais.

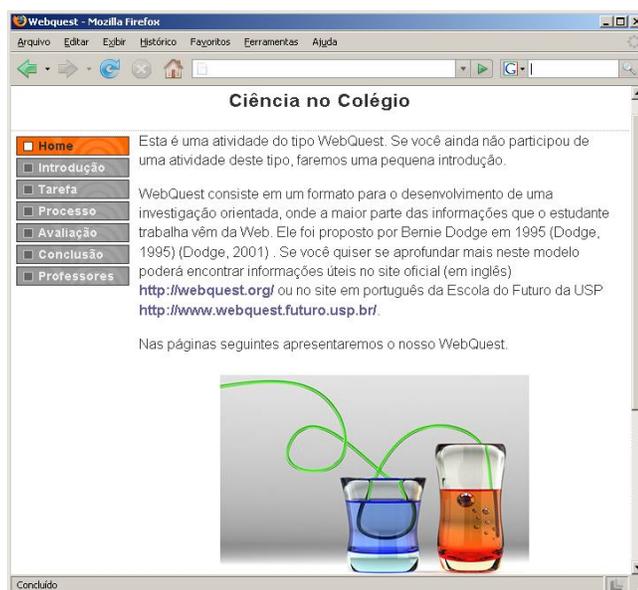
Por fim, cita-se o RAS (*Reusable Asset Specification*) definido pelo *Object Management Group* (OMG) para o empacotamento e descrição de artefatos digitais usados no processo de desenvolvimento de software (OMG, 2005).

## 2.3 OBJETOS DE APRENDIZAGEM

No domínio da Informática aplicada à Educação trabalha-se em torno do conceito de Objeto de Aprendizagem (OA), um objeto digital complexo para fins educacionais. Iniciativas relacionadas a padrões abertos para OA têm proposto especificações para: metadados descritivos (IEEE LTSC, 2002), empacotamento e distribuição (SMYTHE; JACKL, 2004) e integração de padrões (ADL, 2004). Estes e outros padrões de interoperabilidade são detalhados na próxima seção.

O IEEE *Learning Technology Standards Committee* (IEEE LTSC) define um OA como qualquer entidade, seja digital ou não, que pode ser usada, reusada ou referenciada durante o processo de ensino-aprendizagem realizado com apoio tecnológico, tais como um conteúdo multimídia, um software, um material pedagógico etc (IEEE LTSC, 2002). Apesar de haver divergências na caracterização de um OA, a definição do IEEE se tornou a mais popular e a mais adotada. Essa definição de OA é relacionada com a noção de objeto digital complexo, a partir do exemplo mostrado na Figura 1.

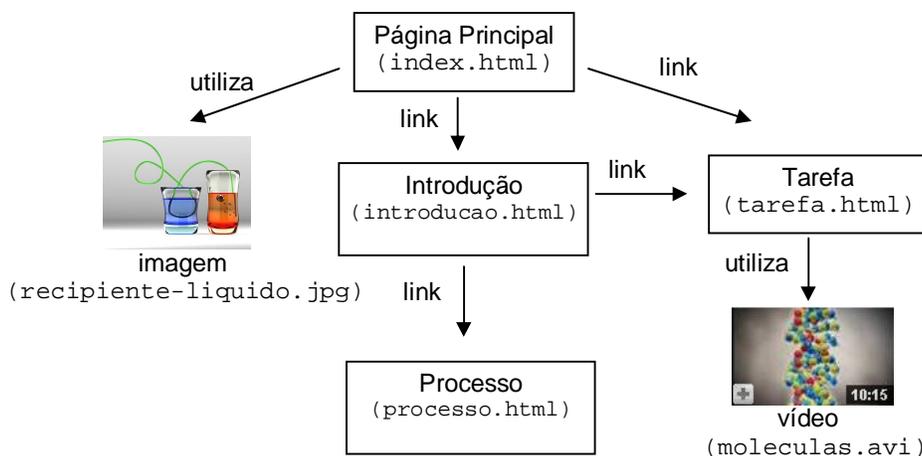
Este exemplo apresenta um ODC na forma de um objeto de aprendizagem, que encapsula um WebQuest (DODGE, 1995) cujo tema é ciência no ensino fundamental e médio e foi concebido para ser executado em um navegador Web. A autoria deste objeto pode ser feita por um professor de ciências para utilizá-lo com seus alunos. Como a produção de objetos digitais complexos envolve tanto a preparação de seu conteúdo quanto a preparação para o compartilhamento e reuso, a criação do objeto da Figura 1 exigiu o uso de diversas ferramentas de propósitos específicos. Desde as relacionadas à produção de conteúdo (editor de páginas HTML, editor de imagens e navegador Web) até as que tratam da documentação, preparação para catalogação e distribuição (editor de metadados, agregador de recursos e empacotamento). Esse processo de autoria de objetos digitais complexos é detalhado mais adiante neste texto.



**Figura 1** - Exemplo de um objeto digital complexo na forma de um OA

A Figura 1 apresenta a página inicial do OA da maneira como ela é interpretada pelo navegador: na parte superior o título do objeto (ou da lição), do lado esquerdo um menu de opções e em destaque o conteúdo principal. Em cada uma dessas áreas pode-se acessar um

conjunto de páginas HTML que são interligadas por *hiperlinks*. O conteúdo principal dessas páginas pode conter texto, imagens, vídeos entre outros recursos digitais, em unidades de dados distintos.



**Figura 2** - Arquivos que fazem parte do objeto complexo e relacionamentos do OA

A Figura 2 apresenta um diagrama de relacionamentos entre os arquivos que compõem o objeto digital complexo e as dependências existentes entre eles. Observa-se que a página principal no topo define *links* para as outras páginas (e.g., “Introdução” e “Tarefa”) e utiliza uma imagem. A mesma interpretação pode ser usada para os demais arquivos, resultando na composição hierárquica do objeto.

Diante das características de um ODC, citadas na seção anterior, afirma-se que os objetos de aprendizagem podem ser considerados a especialização de uma noção mais ampla – a de objetos digitais complexos – para o domínio da informática na educação.

Santanchè e outros (2007) salientam que questões como a documentação, empacotamento, distribuição, armazenamento e catalogação de artefatos de conteúdo digital, são fatores determinantes no uso de objetos digitais complexos permitindo a sua posterior busca e recuperação. Sendo assim, julgou-se importante o estudo dos principais padrões que atendem a estes pontos-chave, cujo resultado é apresentado na próxima seção.

## 2.4 PADRÕES DE INTEROPERABILIDADE

A fim de permitir a interoperabilidade entre objetos de aprendizagem, diversas iniciativas propuseram diretrizes e padrões para a sua produção sob diversos aspectos, conforme detalhado a seguir.

### 2.4.1 Learning Object Metadata

Com a crescente disponibilidade de objetos de aprendizagem na Web, identificou-se a necessidade de um mecanismo para classificar e documentar os OAs, de maneira que se possam projetar ferramentas aptas a encontrá-los e utilizá-los. O padrão *Learning Object Metadata* (LOM) foi desenvolvido com essa finalidade pelo IEEE LTSC – comitê responsável pelo desenvolvimento de padrões e diretrizes utilizados na aprendizagem intermediada com apoio tecnológico (LTSC, 2007).

Nesse padrão os OAs são descritos por meio de um conjunto de atributos, aos quais são dados valores que caracterizam o objeto, permitindo que o mesmo seja gerenciado, localizado e avaliado (IEEE LTSC, 2002). O LOM define um esquema básico, denominado *BaseScheme*, que relaciona as propriedades consideradas fundamentais para a descrição dos objetos, o domínio dos valores que elas podem receber, bem como sua cardinalidade.

A estrutura do *BaseScheme* é dividida em grupos de propriedades, conforme o Quadro 1.

<b>Grupo de Propriedades</b>	<b>Descrição</b>
<i>General</i>	Dados de identificação, chaves de acesso, delimitação do domínio, descrição do conteúdo e da estrutura.
<i>Life Cycle</i>	Dados para controle e documentação do ciclo de vida do documento.
<i>Meta-MetaData</i>	Referências à origem e estrutura dos metadados.
<i>Technical</i>	Dados técnicos, tais como: formato, tamanho, requisitos de sistema operacional, duração, etc.
<i>Educational</i>	Elementos de descrição pedagógica do recurso, tais como: abordagem, nível de interatividade, pré-requisitos, objetivo educacional, grau de dificuldade, tempo esperado de trabalho, etc.
<i>Rights</i>	Dados referentes às condições de uso do produto e, eventualmente, valores a serem pagos pelo uso do recurso.
<i>Relation</i>	Características que relacionam o objeto de aprendizagem com outros.
<i>Annotation</i>	Comentários referentes ao uso educacional do produto.
<i>Classification</i>	Referência que determina onde o recurso será colocado dentro de um sistema de classificação específico.

**Quadro 1** - Grupos de propriedades do *BaseScheme* definido no LOM  
Fonte: IEEE LTSC (2002).

Os atributos definidos pelo LOM descrevem o tipo do objeto, o autor, o proprietário, termos de distribuição e formato. Podem ser incluídos atributos pedagógicos, como abordagem de ensino, nível de atuação e pré-requisitos (IEEE LTSC, 2002). O mapeamento

conceitual do esquema do LOM para XML está disponível em IEEE LTSC (2002) e um exemplo de uso pode ser encontrado em Santanchè e outros (2007).

#### 2.4.2 IMS Content Packaging

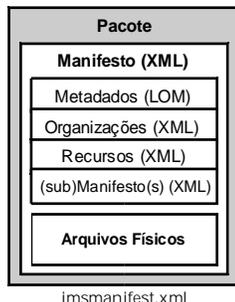
O IMS *Content Packaging* (IMS CP) é um padrão utilizado para organizar e empacotar o conteúdo de um objeto digital complexo, isto é, diferentes artefatos digitais relacionados entre si de diversas maneiras, em uma só unidade, a fim de facilitar sua distribuição e reuso (IMS CP, 2004). O IMS CP é mantido pelo IMS *Global Learning Consortium* (IMS GLC) – formado por mais de 135 empresas líderes na área de tecnologia educacional. (IMS, 2007).

Um pacote em IMS CP é formado por dois elementos principais (IMS CP, 2004): (i) um arquivo especial XML, o IMS *Manifest* ou simplesmente manifesto, que descreve a organização do conteúdo em um pacote, de acordo com as diretrizes da especificação; (ii) um formato de pacote para distribuição, chamado de Arquivo de Pacote para Intercâmbio (*Package Interchange File* – PIF).

A estrutura de um pacote de IMS CP é definida conforme a Figura 3, onde a estrutura externa (*Package*) consiste em um arquivo compactado no formato ZIP. Ele encapsula o arquivo denominado manifesto (*manifest*) que, por sua vez, tem quatro seções:

- a) **Metadados** – metadados educacionais conforme o padrão LOM, que descrevem o objeto como um todo;
- b) **Organizações** – define estruturas hierárquicas que funcionam como índices de tópicos e subtópicos associados ao conteúdo educacional;
- c) **Recursos** – contêm referências para os artefatos que estão armazenados no arquivo ZIP e mapeiam as dependências entre eles;
- d) **Submanifestos** – é opcional e contém manifestos subordinados quando há o aninhamento de pacotes.

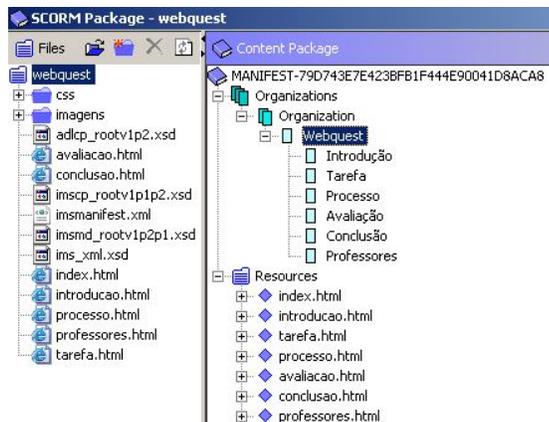
Além do manifesto, estão contidos no arquivo ZIP todos os demais artefatos digitais (arquivos físicos, tais como, HTML, multimídia etc.) que compõem o OA.



**Figura 3** - Estrutura do pacote IMS CP

Fonte: IMS CP (2004).

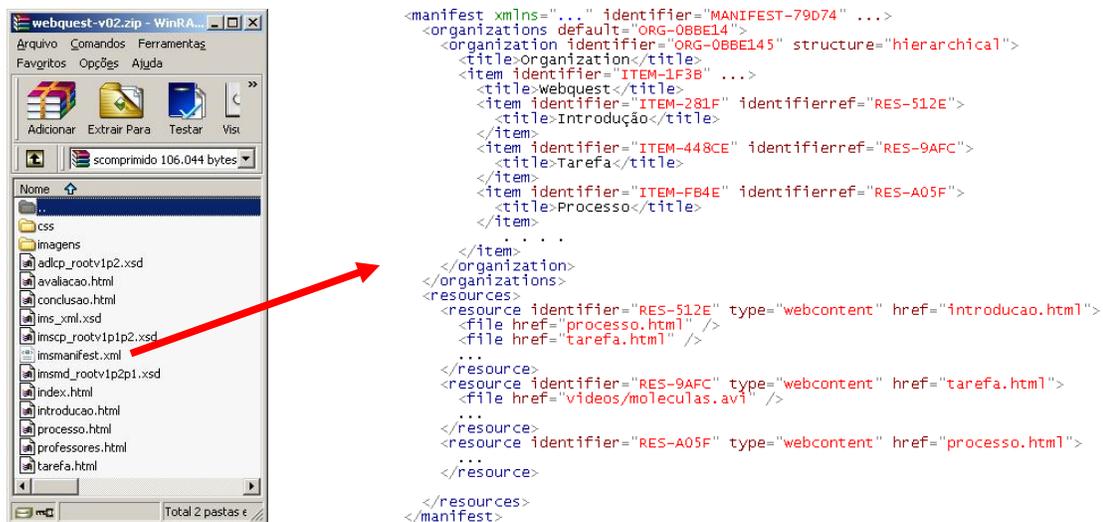
A Figura 4 apresenta a organização e o empacotamento dos arquivos que compõem o objeto digital complexo usando a ferramenta *Reload Editor* (<http://www.reloac.ac.uk>), onde um OA (com seus metadados associados) é armazenado dentro de um pacote IMS CP.



**Figura 4** - Organização e empacotamento dos arquivos de um ODC no *Reload Editor*

Seguindo a especificação IMS CP, nesse mesmo aplicativo é realizado o empacotamento dos recursos em formato ZIP, juntamente com o manifesto gerado de forma automática. À esquerda da Figura 4 estão organizados os artefatos que compõem o objeto e à direita a estrutura do arquivo manifesto.

A Figura 5 apresenta o pacote ZIP gerado aberto por um programa específico de manipulação de arquivos nesse formato e um trecho do conteúdo do manifesto XML. As informações relativas aos artefatos são contidas no arquivo de manifesto, que aparece na raiz do arquivo compactado (*imsmanifest.xml*).



**Figura 5** - Pacote ZIP do objeto digital complexo e trecho do manifesto XML

Esse exemplo ilustra como os padrões para OA têm convergido para tratá-los na forma de objetos digitais complexos.

### **2.4.3 Sharable Content Object Reference Model**

O propósito do *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM) é possibilitar a integração entre os padrões disponíveis para OA, permitindo a independência de plataforma na qual os OAs serão utilizados, além de auxiliar na interoperabilidade de recursos entre diferentes ferramentas que dão suporte ao SCORM (DUTRA; TAROUÇO, 2006; SANTANCHÈ e outros, 2007). Esse padrão foi desenvolvido pelo *Advanced Distributed Learning* (ADL) – órgão do Departamento de Defesa norte-americano que conta com a colaboração de setores públicos e privados para atuar na área educacional (ADL, 2004).

O SCORM é uma iniciativa que unificou o LOM com o IMS CP e um terceiro padrão utilizado na comunicação de módulos educacionais com ambientes virtuais de aprendizagem – o AICC CMI *Guidelines* (MCDONALD e outros, 2004). O resultado foi uma coleção de padrões expandidos e adaptados para fornecer um conjunto amplo de possibilidades para aprendizagem virtual, proporcionando interoperabilidade, acessibilidade e reuso do conteúdo de aprendizagem na Web (ADL, 2004).

O SCORM é formado pelos seguintes padrões: *Learning Object Metadata*, *Content Structure*, *Content Packaging*, *Sequencing Information* (ADL, 2004). As adaptações realizadas são importantes, principalmente para combinar e compatibilizar os padrões entre si, a fim de fornecer requisitos de alto nível para sistemas e conteúdo educacionais (SANTANCHÈ e outros, 2007).

### **2.4.4 IMS Learning Design**

O padrão *IMS Learning Design* (IMS LD) fornece subsídios para a aplicação de um modelo pedagógico em um objetivo de aprendizagem, público alvo e domínio específicos, ou seja, ele atua na modelagem do processo de ensino-aprendizagem. O IMS LD define sobre quais condições e que atividades devem ser executadas por alunos e professores, a fim de alcançar seus objetivos (KOPER; OLIVIER, 2004). O IMS LD foi essencial para a elaboração da metodologia de autoria de objetos digitais complexos baseada em documentos proposta neste trabalho. Por esse motivo, este tópico do trabalho contém um estudo detalhado da especificação, servindo de base para os capítulos subsequentes.

A especificação do IMS LD é baseada na Linguagem de Modelagem Educacional (*Educational Modelling Language* – EML), desenvolvida pela Universidade Aberta da Holanda, para descrever o processo de ensino-aprendizagem (HERMANS e outros, 2004; KOPER; MANDERVELD, 2004). O IMS LD foi criado para desenvolver uma notação abstrata e suficientemente geral que represente as estruturas comuns dos diversos modelos

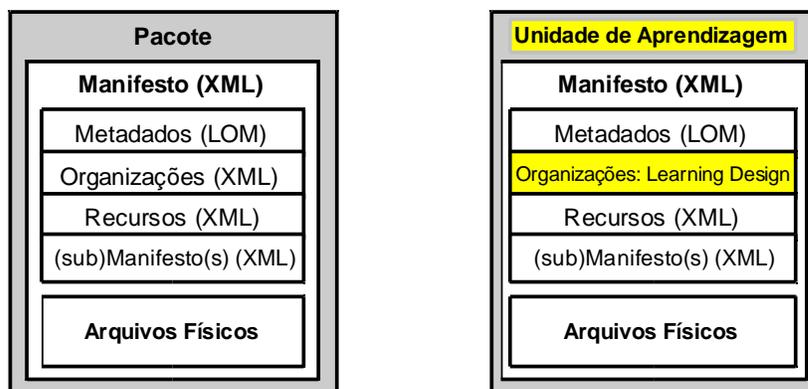
pedagógicos existentes (KOPER; MANDERVELD, 2004; KOPER; OLIVIER, 2004). Seu ponto-chave é representar de uma maneira formal, através de um *schema*<sup>1</sup> XML, as atividades e o suporte às tarefas que são executadas por diferentes pessoas (e.g., aluno, professor) através de uma Unidade de Aprendizagem (UA) (IMS LD, 2003a; KOPER, 2005).

Uma Unidade de Aprendizagem é a unidade básica do IMS LD. Um curso, *workshop*, uma atividade ou tarefa que pode ser instanciada e reusada várias vezes por diferentes pessoas e configurações. Uma UA não é limitada apenas aos recursos ou sua catalogação, devendo sempre incorporar uma metodologia ou um contexto pedagógico (KOPER; OLIVIER, 2004).

A UA é composta por duas partes: (i) a modelagem educacional (projeto de aprendizagem ou *learning design*), representada formalmente através do *schema* XML do IMS LD; (ii) o conjunto de recursos associados a essa UA que fica contido em um pacote de conteúdo, preferencialmente representado pelo padrão IMS CP – que foi estendido para possibilitar a modelagem das UAs, ou seja, sua descrição e a de seus recursos.

Para criar uma UA, o IMS LD é integrado com um IMS CP, pela extensão desse último, através da inclusão no seu manifesto do elemento *<learning-design>* e do *namespace*<sup>2</sup> apropriado (IMS LD, 2003a).

A Figura 6 mostra a comparação entre a estrutura de um pacote do IMS CP e a respectiva extensão para oferecer suporte ao IMS LD contendo uma UA. Nota-se que a diferença está na inserção dos elementos do IMS *Learning Design* na seção de Organizações (vide seção 2.4.2) da estrutura original do IMS *Content Packaging*.



**Figura 6** - Estrutura do pacote IMS CP e de uma UA do IMS LD  
Fonte: IMS LD (2003a).

Deste modo, uma UA inclui um manifesto com um projeto de aprendizagem (*learning design*) e recursos em arquivos físicos. Além disso, de acordo com as definições apresentadas

<sup>1</sup> Responsável pela descrição da estrutura de um documento XML (VAN DER VLIST, 2001).

<sup>2</sup> Uma referência a nomes de elementos e atributos em documentos XML, realizada pela associação de um prefixo a uma URI (BRAY e outros, 2006).

anteriormente, uma Unidade de Aprendizagem também pode ser considerada um tipo de objeto digital complexo.

Os requisitos básicos que determinaram a elaboração do IMS LD são descritos a seguir (KOPER; OLIVIER, 2004):

- a) **Compleitude:** descrever completamente o processo de ensino-aprendizagem em uma Unidade de Aprendizagem, incluindo referências para OAs e serviços necessários durante o processo.
- b) **Flexibilidade pedagógica:** expressar o significado pedagógico e funcionalidades dos diferentes elementos de um projeto de aprendizagem, sendo suficientemente flexível para basear-se em todos os tipos de pedagogias, evitando seguir tendências em relação a qualquer abordagem específica.
- c) **Personalização:** descrever aspectos de personalização dentro de um projeto de aprendizagem, para que o conteúdo e atividades de uma UA possam ser adaptados conforme as preferências, conhecimento prévio, necessidades educacionais e situações dos usuários.
- d) **Compatibilidade:** projetar a aprendizagem para uso e integração com outros padrões e especificações disponíveis, tais como especificações do IMS e IEEE LTSC.
- e) **Reusabilidade:** fazer com que seja possível identificar, isolar, descontextualizar e trocar objetos de aprendizagem úteis, permitindo sua reutilização em outros contextos.
- f) **Formalização:** fornecer uma linguagem formal para projetos de aprendizagem que possam ser processados automaticamente. O IMS LD é representado computacionalmente através de *schemas* da linguagem XML.
- g) **Reprodutibilidade:** descrever o projeto de aprendizagem de forma abstrata para que possa ter sua execução repetida, em diferentes configurações e com diferentes pessoas.

Esses requisitos foram identificados mediante a pesquisa realizada pelos criadores da EML, que analisaram as principais teorias do aprendizado (e.g., construtivismo, aprendizagem colaborativa, baseada em problemas etc.) a fim de identificar as características comuns entre elas, resultando em uma síntese definida pelo uso da tríade papel–atividade–ambiente. Assim, tudo parte da noção de ambiente que é representada pela metáfora de uma peça de teatro com um conjunto de pessoas (atores), organizados de maneira particular, onde cada qual cumpre uma função com atividades bem definidas (papéis) (KOPER; OLIVIER, 2004).



e papéis (IMS LD, 2003b). A área pontilhada, em destaque na Figura 7, mostra os níveis B e C. O restante do modelo corresponde ao nível A, que foi adotado neste trabalho por dois motivos: contém os elementos básicos necessários à criação de uma UA e, conseqüentemente, é interpretado pelos sistemas de software, compatíveis com o IMS LD, da atualidade – ao contrário dos demais níveis.

O IMS LD é formado por 3 (três) documentos<sup>3</sup> que estabelecem todo o embasamento necessário para sua compreensão e uso. São eles: um modelo de informação (IMS LD, 2003a) com definições e termos essenciais; um guia de implementação e melhores práticas (IMS LD, 2003b) que descreve as etapas que auxiliam no processo de autoria de UAs; e a representação XML (IMS LD, 2003c) contendo as regras e composição dos elementos.

Tendo como referência IMS LD (2003a), serão expostas a seguir definições mais detalhadas sobre os elementos que formam uma UA. Ressalta-se que estes conceitos foram tomados como base no desenvolvimento da proposta deste trabalho.

- a) **Unidade de Aprendizagem** (*unit of learning*): possui integralmente um projeto de aprendizagem, com atividades, recursos, papéis e fluxo das atividades.
- b) **Projeto de Aprendizagem** (*learning design*): descrição de um método que permite ao aluno alcançar certos objetivos através da execução de determinadas atividades em uma ordem específica no contexto de um determinado ambiente.
- c) **Objetivos de Aprendizagem** (*learning objectives*): todos os objetivos a serem alcançados pelo aluno que completar a Unidade de Aprendizagem. Podem ser definidos em um nível global da UA ou para cada atividade em particular.
- d) **Pré-requisitos** (*prerequisites*): especificam todos os requisitos necessários para os alunos da UA. Pode ser descrito textualmente ou usando o padrão IMS *Reusable Definition of Competency or Educational Objective* (IMS RDCEO, 2002).
- e) **Componentes** (*components*): é formado pelos papéis (*roles*), atividades (*activities*) e ambiente (*environment*);
- f) **Papéis** (*roles*): especificam o tipo de participante de uma UA. São dois tipos: aluno (*learner*) e equipe de apoio (*staff*).
- g) **Serviço** (*service*): são funcionalidades utilizadas durante o processo de ensino-aprendizagem, por exemplo, um fórum de discussão, um *chat*, o envio de e-mail, uma videoconferência etc.

---

<sup>3</sup> Disponíveis em: <<http://www.imsglobal.org/learningdesign/index.html>>

- h) **Atividades** (*activities*): elemento fundamental para modelar o fluxo das atividades. Formam a ligação entre os papéis, os objetos de aprendizagem e os serviços. São dois tipos básicos: atividade de aprendizagem e atividade de suporte.
- i) **Ambiente** (*environment*): coleção estruturada de objetos de aprendizagem e serviços a serem utilizados pelas atividades.
- j) **Objeto de Aprendizagem** (*learning object*): definido anteriormente na Seção 2.3, no IMS LD é utilizado nas atividades de uma UA e relacionado a um ou mais ambientes.
- k) **Método** (*method*): fornece a coordenação entre papéis, atividades e ambientes para permitir que os alunos alcancem seus objetivos, mediante determinados pré-requisitos. Desta forma, o elemento *method* modela o processo de ensino-aprendizagem usando a metáfora de uma peça de teatro, ou seja, projeta o cenário da aprendizagem.
- l) **Peça** (*play*): especifica o processo de ensino-aprendizagem, referenciando os elementos declarados anteriormente. De maneira geral, uma peça consiste de uma seqüência de atos.
- m) **Ato** (*act*): unidade básica de uma peça. Quando um ato é completado, o próximo ato começa até que todos os requisitos de aprendizagem sejam alcançados. Um ato consiste de um ou mais papéis e partes.
- n) **Papel e parte** (*role-part*): define os papéis e as partes (atividades ou ambientes) de um ato. Permite que as atividades sejam realizadas mediante o papel de cada participante.
- o) **Item** (*item*): quando os elementos apresentados anteriormente (e.g., objetivo de aprendizagem, pré-requisito etc.) fizerem referência a um recurso digital, utiliza-se um elemento *item* para referenciá-lo.

O Guia de Implementação e Melhores Práticas do IMS LD trata de orientações e exemplos de implementação dos elementos do modelo de informação. De acordo com IMS LD (2003b), o projeto e a implementação de uma UA deve ser realizado conforme a execução das etapas a seguir:

- a) **Descrição do caso de uso**: contém detalhes da atividade, como título, nome do criador/responsável, tipo de abordagem pedagógica adotada, descrição, objetivos, papéis, tipos de conteúdo, atividades e seu fluxo. O preenchimento pode ser feito pelo próprio tutor/professor, pois tais informações são similares às contidas em artefatos já utilizados, por exemplo, o plano de aula da disciplina.

- b) **Diagrama de atividade:** representa o fluxo de atividades da UA, permitindo a visualização de todo o projeto de aprendizagem. É baseado no diagrama de mesmo nome da Linguagem de Modelagem Unificada (*Unified Modeling Language – UML*).
- c) **Instância do documento XML:** a representação computacional dos elementos do IMS LD é representada por um *schema* XML, incluído na estrutura do IMS CP (Figura 6). Uma instância desse documento refere-se à descrição formal do processo de ensino-aprendizagem de uma UA específica, seguindo as regras de formação definidas no *schema*. Isso fornece a uma UA características de interoperabilidade em um ambiente informacional heterogêneo como a Web, garantindo a reusabilidade, compatibilidade e compartilhamento de informações.

Maiores detalhes sobre a formação XML do IMS LD estão disponíveis no documento da especificação chamado *IMS Learning Design XML Binding* (IMS LD, 2003c). Um exemplo detalhado de uso do IMS LD pode ser encontrado em Silva (2008) e no Apêndice A deste trabalho.

## 2.5 PROCESSO DE AUTORIA CONVENCIONAL

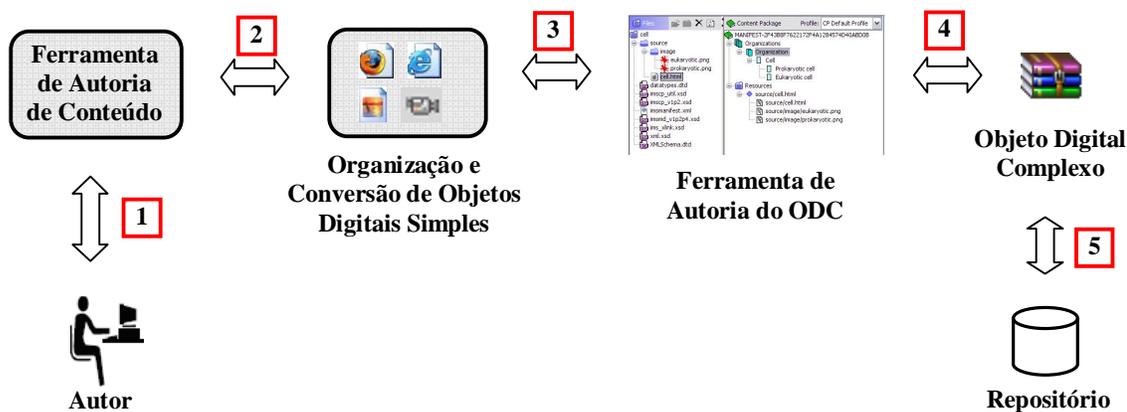
Do ponto de vista da autoria e gerenciamento, um objeto complexo é modelado e manipulado como um conjunto de artefatos de conteúdo mais metadados, sendo esses metadados responsáveis por um papel fundamental: o relacionamento entre os artefatos digitais, identificando e descrevendo o objeto. Usualmente, o processo de autoria convencional de objetos complexos é dividido em dois momentos distintos. No primeiro, o autor faz uso de ferramentas de propósito geral para a produção de conteúdo (e.g., um processador de texto para elaborar uma aula). No segundo, o autor utiliza-se de ferramentas especializadas para a autoria do ODC, o que inclui a organização do conteúdo e definição dos metadados conforme algum padrão aberto.

Nesta seção, são abordados os detalhes do processo de autoria convencional de objetos digitais complexos, elaborado com base no referencial bibliográfico disponível e experiências observadas no Núcleo de Pesquisas e Projetos em Educação a Distância (NUPPEAD) da Universidade Salvador (UNIFACS). Em um próximo capítulo será proposta uma otimização desse processo, por meio da união das etapas de produção de conteúdo e a geração de metadados.

### 2.5.1 Descrição Geral

A Figura 8 representa a abstração de um processo convencional de autoria de objetos digitais complexos. O cenário considerado é um ambiente de produção de material educacional para EAD e, por esse motivo, trata-se de um ODC específico para o domínio de educação – um objeto de aprendizagem.

Neste caso, o autor irá produzir o conteúdo, convertê-lo em um formato compatível com a Web (páginas HTML, imagens etc.) e, com o auxílio de uma ferramenta específica, transformá-lo em um pacote apto à distribuição, definindo o seu objeto digital complexo. Finalmente, o autor irá importá-lo em um repositório padronizado, tal como um ambiente virtual de aprendizagem ou uma biblioteca digital, para consumo de seus usuários.



**Figura 8** - Processo convencional de autoria de objetos digitais complexos

Abaixo, são descritas detalhadamente cada etapa:

- Etapa 1** – Interação do autor (e.g., o professor, ilustrador etc.) através do uso de ferramentas diversas de autoria ou produção de conteúdo (e.g., editor HTML, de imagens, de áudio e/ou vídeo, processador de texto, planilha eletrônica etc.);
- Etapa 2** – Organização dos objetos digitais simples, produzidos na etapa anterior, em uma estrutura como a de pastas ou diretórios. Nesta etapa também são utilizadas ferramentas específicas para a transformação do conteúdo original em formato Web (HTML, Flash etc.);
- Etapa 3** – Uso de uma ferramenta de autoria de ODCs (e.g., *Reload Editor*) para agregar, relacionar e descrever os objetos digitais simples utilizando metadados, de acordo com os padrões abertos existentes. Essa etapa é também ilustrada na Figura 4;
- Etapa 4** – Empacotamento do conteúdo mais os metadados, delimitando um objeto digital complexo apto à distribuição (e.g., empacotamento utilizando o padrão IMS CP);

- e) **Etapa 5** – Inserção do ODC em um repositório, para compartilhamento e reuso: exemplos de repositórios são: ambientes virtuais de aprendizagem, bibliotecas digitais e repositórios específicos compatíveis.

Iniciativas de padronização, como as apresentadas nas Seções 2.2 e 2.4, têm como base formatos abertos de metadados e a sua utilização oferece condições de interoperabilidade e reuso do conteúdo em um contexto mais amplo. Como foi apresentado nesta seção, tais padrões, entretanto, adicionam novas etapas e ferramentas ao processo de autoria convencional. Entre os motivos da constituição desta etapa adicional estão: a incompatibilidade de formatos de representação e divergências na abordagem para o tratamento de diversos tipos de artefatos de conteúdo. Esta divisão de etapas torna o processo mais oneroso e exige a aprendizagem de diferentes ferramentas.

As ferramentas de autoria usualmente atuam de maneira isolada, com diferentes formatos e abordagens para manipulação e representação de conteúdo, dificultando uma representação comum para os objetos. Isso exige investimentos no aprendizado de especificidades técnicas e cuidados extras com questões como a interoperabilidade. Além disso, a conversão de um objeto previamente elaborado para uma nova ferramenta ou sua transformação em um novo formato pode resultar em perda de significado ou semântica. Em alguns casos, a semântica que se perde em uma etapa precisa ser re-inserida na seguinte, exigindo um re-trabalho. Por exemplo, muitas vezes a estrutura de tópicos e subtópicos de um texto não é reconhecida pela ferramenta de autoria de ODCs, exigindo que os mesmos sejam inseridos novamente.

Outro problema encontrado neste processo é que o autor (neste caso o professor) precisa atrelar-se a aspectos não relacionados à sua função principal, tais como formatação do conteúdo, o *design* de interfaces etc. Estas atividades desviam a atenção de aspectos mais relevantes relacionados ao conteúdo e à aprendizagem. Visando reduzir o impacto de tais problemas, a proposta desse trabalho consiste na junção das etapas 2, 3 e 4 do processo de autoria convencional em uma única etapa, permitindo que no próprio ambiente de produção de conteúdo sejam definidos os metadados e realizada a exportação do objeto digital complexo para um formato padronizado, conseqüentemente, que possa ser compartilhado e reusado.

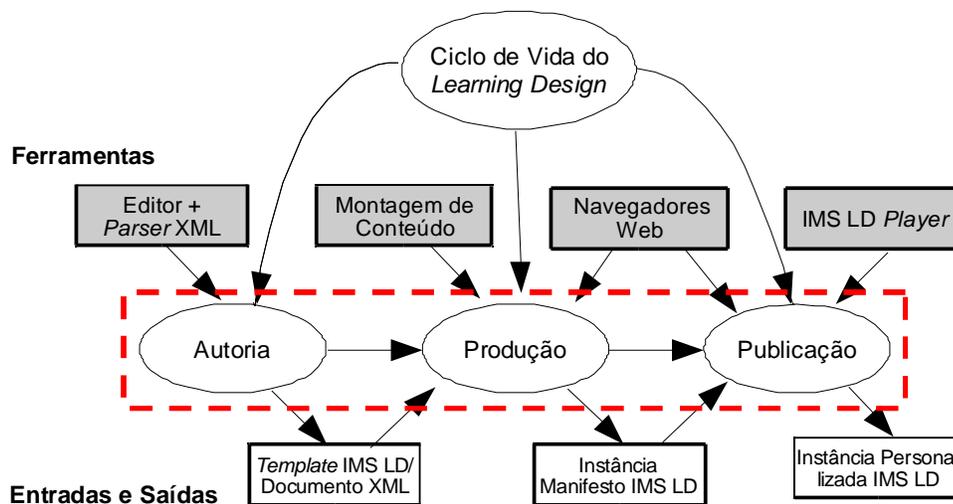
De acordo com Steinacker e outros (2001), as pesquisas relacionadas ao processo de autoria convencional focam no desenvolvimento de sistemas capazes de gerar automaticamente informações para os metadados, fornecendo mecanismos simplificados para o usuário entrar com tais informações, sem lidar diretamente com codificação de baixo nível.

Esta é ainda uma lacuna para o padrão IMS LD, que possui questões em aberto como o desenvolvimento de novos sistemas de autoria e a integração da especificação com os Objetos de Aprendizagem e ambientes virtuais de aprendizagem (KOPER, 2005). Uma abordagem que permitisse a geração automática de metadados do IMS LD a partir do conteúdo produzido inicialmente reduziria os esforços empregados pelos autores nas etapas de produção de conteúdo e metadados.

### 2.5.2 Ciclo de Vida para *Learning Design*

Paquette e outros (2005) definem um ciclo de vida para *learning design* onde a autoria, a produção e a publicação de objetos digitais complexos são as etapas principais. Os autores referem-se especificamente à Unidade de Aprendizagem do padrão IMS LD, entretanto semelhanças foram identificadas com o processo de autoria convencional mostrado na Figura 8. Por exemplo, o uso de ferramentas específicas para cada etapa e a separação entre produção de conteúdo e metadados. Pode-se afirmar que as etapas do ciclo de vida correspondem às etapas 3, 4 e 5 do processo convencional, apresentado anteriormente.

A Figura 9 apresenta o ciclo de vida para *learning design*, destacando-se na área pontilhada os estágios descritos logo a seguir (PAQUETTE e outros, 2005).



**Figura 9** - Ciclo de vida para *Learning Design*

Fonte: Paquette e outros (2005, adaptada).

- a) **Autoria:** trata-se de um processo inicial, cujo resultado é um documento XML que segue as diretrizes do IMS LD, ou seja, é sintática e semanticamente válido. Esse documento descreve diversos componentes (*method, play, act, activities, roles* etc.) e pode ser produzido parcialmente, mas ainda de acordo com a especificação, formando um *template* (ou modelo) do IMS LD.

- b) **Produção:** tanto o documento XML quanto o *template* do IMS LD podem assumir a situação de completos ou em desenvolvimento. Ambos são considerados completos se forem validados conforme as diretrizes do padrão. Neste caso, são utilizados para produzir contextos específicos de aprendizagem, por exemplo, com atores (professores e alunos) distintos. É nesta etapa que são criadas as instâncias do IMS LD.
- c) **Publicação:** uma instância do IMS LD é executada ou publicada para diferentes usuários através de uma plataforma de publicação. Cada um dos atores tem sua própria visão de execução, chamadas instâncias personalizadas do IMS LD. Um único documento IMS LD pode ser usado para gerar diversas instâncias que por sua vez são transformadas em instâncias personalizadas a serem associadas a diferentes usuários.

Na Figura 9, acima da linha pontilhada e em destaque na cor cinza, estão as ferramentas utilizadas em cada etapa do ciclo de vida. Na autoria a principal ferramenta é o editor e analisador (*parser*) XML, utilizados na edição do documento com os elementos do IMS LD. Na produção utiliza-se alguma ferramenta de organização (ou montagem) de conteúdo e navegadores Web. Na publicação, a execução da instância do IMS LD pode ocorrer em um ambiente baseado na Web (e.g., um ambiente virtual de aprendizagem) ou em ferramentas de execução (*players*) compatíveis com a especificação (e.g., *Reload LD Player*). Abaixo da linha pontilhada encontram-se as entradas e saídas de cada etapa do ciclo de vida, seguindo o fluxo autoria–produção–publicação e que foram comentadas no parágrafo anterior.

## 2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foi apresentada a definição de objeto digital complexo adotada neste trabalho, considerando-o como uma unidade de dados que pode reunir diversos tipos de artefatos de conteúdo digital representada por padrões abertos. Alguns desses padrões são especializados no domínio educacional (LOM, SCORM, IMS CP e IMS LD) e foram tomados como base para a metodologia de autoria de ODCs proposta nesta dissertação.

Foi explicitado um processo convencional de autoria de objetos digitais complexos para o domínio da EAD, no intuito de demonstrar como a produção de conteúdo e definição de metadados envolve aspectos como: o uso de ferramentas específicas com metáforas distintas, a interoperabilidade limitada pela aplicação de diferentes formatos, além da divisão de etapas de produção e consequente ônus para o processo de autoria.

Como parte do processo convencional representado na Figura 8, abordou-se o ciclo de vida do *Learning Design* proposto por Paquette e outros (2005). Comparando-se ambas representações pode-se fazer uma associação de semelhança entre as etapas 3 e 4 com as fases de autoria e produção, e a etapa 5 com a fase de publicação, sendo que cada uma faz uso de ferramentas de software específicas. Na Figura 8 é destacado somente o papel do autor responsável diretamente pela elaboração do material educacional. Entretanto, até que este conteúdo torne-se um ODC, outros papéis podem estar envolvidos. Desde o público alvo do conteúdo (os alunos) até o apoio de terceiros, como projetistas, programadores e especialistas de domínio. Uma descrição mais detalhada entre papéis e ferramentas envolvidos na autoria de objetos digitais complexos pode ser encontrada em Griffiths e outros (2005).

### 3 ANOTAÇÃO SEMÂNTICA DE CONTEÚDO

Este capítulo aborda o conceito de anotação semântica e a sua aplicação em processadores de texto. Por esse motivo, a organização do capítulo foi feita em dois tópicos relacionados: Processamento de Textos e Anotação Semântica. Para estabelecer essa relação, a fundamentação foi construída mediante pesquisa sobre a forma de organização de conteúdo em processadores de texto e como o uso de marcação baseada em estilos pode contribuir para o processo de anotação semântica.

Por ser uma ferramenta largamente utilizada na produção de material educacional, cujo conteúdo muitas vezes é direcionado para a Web, acredita-se que a expansão das funcionalidades dos processadores de texto contribui para torná-lo uma ferramenta de autoria e apoio na produção de conteúdo semanticamente anotado. As abordagens de padronização leve, guiada e imposta, que tratam da distribuição e troca de documentos, também são abordadas neste capítulo.

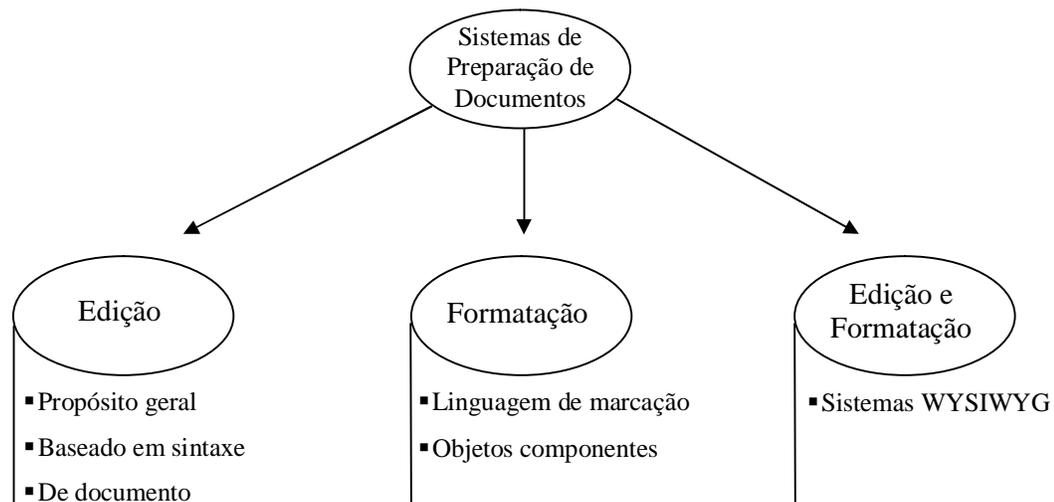
#### 3.1 PROCESSAMENTO DE TEXTOS

O precursor do processador de texto é o editor de texto, utilizado para manipulação de código-fonte de programas desde os anos 60. As funções principais de ambos são idênticas: o texto deve ser digitado, manipulado, salvo e processado. Entretanto, a principal diferença entre eles é que o processador de texto oferece mais recursos de formatação, pois afinal o resultado de sua saída é destinado primeiramente para humanos e depois para máquinas (HAIGH, 2006).

Além de herdar as características dos editores, o desenvolvimento dos processadores de texto está relacionado com áreas que lidam com armazenamento, recuperação e formatação de informação (HAIGH, 2006). Desenvolvido originalmente com foco na automação de escritórios, o processador de texto é, segundo Haigh (2006), “há décadas o software aplicativo mais utilizado entre os usuários de computadores”, sendo isso resultado da ocorrência de diversos fatores tecnológicos, tais como a redução do custo de aquisição destes equipamentos, o aumento de seu poder de armazenamento e processamento, a presença de dispositivos de impressão de alta qualidade e a facilidade de uso dos computadores pessoais (HAIGH, 2006; FURUTA e outros, 1982).

### 3.1.1 Organização do Conteúdo em Processadores de Texto

As formas de organização do conteúdo e as funcionalidades existentes atualmente nos processadores de texto são resultado de estudos e pesquisas desenvolvidos em laboratórios de grandes empresas, como a Xerox e a IBM, bem como em universidades. Furuta (1992) apresenta uma descrição dos trabalhos mais importantes que contribuíram com essa evolução, organizando os sistemas de preparação de documentos de acordo com três características predominantes: edição, formatação e a integração de ambos. A Figura 10 mostra esse esquema de representação.



**Figura 10** - Características predominantes da preparação de documentos  
Fonte: Furuta e outros (1992).

Os sistemas que priorizam a edição são formados por editores de propósitos gerais (e.g., EMACS), por editores baseados na sintaxe de determinada linguagem de programação – utilizados na edição de código-fonte (e.g., Mentor), e por editores de documento – que codificam um conteúdo específico na forma de um documento estruturado (FURUTA e outros, 1992).

Os sistemas que priorizam a formatação incluem os baseados em linguagem de marcação, que representam o documento como uma coleção de objetos logicamente relacionados o que permite a separação entre conteúdo e formatação (e.g., Latex). E os que representam um documento como um conjunto de componentes de objetos organizados – o componente mais comum é o textual (e.g., parágrafos organizados de diferentes formas), mas também podem ser fórmulas matemáticas, desenhos etc. (FURUTA e outros, 1992).

Os sistemas que combinam edição e formatação têm como característica principal o fato de apresentar para o usuário o documento de maneira equivalente ao que será impresso, por

isso são chamados “*What You See Is What You Get*” (WYSIWYG) (FURUTA e outros, 1992).

Os sistemas WYSIWYG descritos por Furuta e outros (1992) referem-se aos processadores de texto da atualidade, ressaltando que eles também oferecem funções desenvolvidas originalmente nos sistemas de preparação de documentos, destinados unicamente à edição ou formatação, sendo uma espécie de evolução destes.

Assim, é possível identificar as duas tarefas principais que envolvem a preparação de documentos em um processador de texto (FURUTA e outros, 1982):

- a) **Edição:** consiste na definição do conteúdo e estrutura do documento;
- b) **Formatação:** geração do documento partindo da especificação (conteúdo) até a aparência (formato).

De acordo com Furuta e outros (1982), “um documento é um objeto composto de uma hierarquia de outros objetos primitivos”, onde cada objeto é instância de uma classe que define seus componentes e representações possíveis das instâncias. Carr e outros (2004), fornecem uma definição semelhante ao afirmar que um documento é formado pela combinação de sua estrutura e conteúdo, representado em um nível mais baixo de abstração por diferentes entidades ou fragmentos – os objetos, na perspectiva de Furuta e outros (1982).

Os objetos que compõem um documento são classificados em abstratos e concretos, onde para cada objeto abstrato existe um ou mais objetos concretos (FURUTA e outros, 1982). Um objeto abstrato é representado por um identificador e pela classe ao qual ele faz parte. Por exemplo, o identificador “o” na classe “palavra” indica o objeto abstrato “o”. Os objetos concretos representam uma cópia formatada de objetos abstratos (FURUTA e outros, 1982). Por exemplo, um objeto abstrato “parágrafo” de um documento pode ser representado de diferentes maneiras dependendo da fonte, espaçamentos de linhas etc (FURUTA e outros, 1982).

Suponha-se o resumo de um artigo científico que tem objetos abstratos definidos e estruturados, conforme mostra a Figura 11. O objeto <ResumoEstendido> é uma instância da classe de resumos estendidos definida por um evento científico (e.g., *workshop*, congresso etc.); da mesma forma, <Seção 2> é uma instância da classe de seções. O objeto <Cabeçalho> consiste da seqüência de objetos <Autores>, <Afiliação> e <Título>. A representação desses objetos define os objetos concretos do documento. Neste caso, um conjunto de objetos concretos aparece em um relatório técnico contendo um resumo estendido enquanto outro pode ser os anais de um evento (FURUTA e outros, 1982).

```

<ResumoEstendido> = <<Cabecalho>, <CorpoDoTexto>, <Referencias>>
<Cabecalho> = <<Titulo>, <Autores>, <Afiliacao>>
<CorpoDoTexto> = <<Introducao>, <Secao 1>, <Secao 2>, <Secao 3>>
<Referencias> = ...
...
<Titulo> = "Autoria de Objetos Digitais Complexos Baseada em Documentos"

```

**Figura 11** - Objetos abstratos e concretos de um documento  
 Fonte: FURUTA e outros (1982, adaptada).

A evolução da organização de conteúdo em processadores de texto tem sido no sentido de fazer com que a apresentação do texto – customização de fontes, gráficos, cores e leiaute, por exemplo – torne-se cada vez mais independente do conteúdo do documento (CARR e outros, 2004). O resultado dessa separação entre apresentação e conteúdo contribui para a interpretação do documento por um humano, através da associação de um mesmo conteúdo a diferentes formatos de apresentação (e.g., uma página Web, o material de um curso etc.) (CARR e outros, 2004). Além disso, a independência entre apresentação e conteúdo viabiliza o processamento do documento por computadores e demais recursos tecnológicos (e.g., agentes de software), já que o conteúdo pode ser acessado sem interferência do formato. Entretanto, vale lembrar que é o autor do documento que define seu conteúdo e sua forma de apresentação, com um significado e propósito em particular (CARR e outros, 2004). A maneira em que este significado e propósito são representados dentro do documento é o que determina o sucesso (ou o fracasso) na interpretação do conteúdo (CARR e outros, 2004).

### 3.1.2 Marcação e o Processamento de Texto

Tudo o que é escrito por um autor de um documento é marcado naturalmente. Por exemplo, os espaços entre palavras indicam os limites entre elas, os pontos indicam os limites entre as frases e assim sucessivamente (COOMBS e outros, 1987). A marcação de conteúdo permite a inserção de metadados no documento, trabalhando como um instrumento para o acréscimo de semântica em um texto. Anotações e marcações estão fortemente ligadas no universo digital, já que anotações se expressam na forma de marcações no texto.

Os três tipos principais de marcação são listados a seguir (COOMBS e outros, 1987):

- a) **Apresentável:** o autor faz uso de entidades de alto nível (e.g., espaçamento horizontal e vertical, quebras de página, listas numeradas etc.) para marcar o texto e tornar sua apresentação clara.
- b) **Procedural:** consiste na utilização de comandos que indicam como o texto deve ser formatado. Por exemplo, na Figura 12 o primeiro comando faz com que sejam saltadas três linhas (.sk 3), indentadas 10 colunas da margem esquerda e 10

colunas da margem direita (.in +10 -10), mudado para espaçamento simples (.ls 0) e iniciar uma nova página se menos do que duas linhas restarem na página atual (.cp 2).

- c) **Descritiva:** o autor identifica os elementos do texto através de *tags* (etiquetas) que possuem finalidade específica e um nível de abstração maior que o da marcação procedural. Por exemplo, na Figura 12 a *tag* <1q> marca o início de uma citação longa e a *tag* </1q> o seu término.

A diferença principal entre a marcação procedural e a descritiva é que a primeira indica o que um determinado sistema de processamento de texto deve fazer; a descritiva indica o que um elemento do texto é, ou seja, declara que uma parte do texto é membro de uma classe em particular (COOMBS e outros, 1987).

Com base na classificação dos processadores de texto apresentada por Furuta (1992) (Figura 10) a marcação procedural é realizada pelos sistemas de edição, a marcação apresentável é feita pelos sistemas integrados de edição e formatação (e.g., *Microsoft Word*) e a marcação descritiva é feita pelos sistemas de formatação (e.g., editores HTML). Sendo que, esta dissertação demonstrou a possibilidade de se efetuar a marcação descritiva em sistemas WYSIWYG – originalmente destinados à marcação apresentável.

<p><b>APRESENTÁVEL</b> Perrotti expressa esta idéia mais claramente ao relatar que:</p> <p style="padding-left: 40px;">“Para ser bem-aceito, o texto precisa, antes de mais nada, ser coerente com o conhecimento de mundo do escritor e do leitor: as informações devem fazer sentido para ambos.”</p> <p>Por sua vez, Chirneck defende que ...</p>
<p><b>PROCEDURAL</b> Perrotti expressa esta idéia mais claramente ao relatar que:</p> <pre>.sk 3 a;.in +10 -10;.ls 0;.cp 2</pre> <p>“Para ser bem-aceito, o texto precisa, antes de mais nada, ser coerente com o conhecimento de mundo do escritor e do leitor: as informações devem fazer sentido para ambos.”</p> <pre>.sk 3 a;.in +10 -10;.ls 2;.cp 1</pre> <p>Por sua vez, Chirneck defende que ...</p>
<p><b>DESCRITIVA</b> Perrotti expressa esta idéia mais claramente ao relatar que:</p> <pre>&lt;1q&gt;</pre> <p>“Para ser bem-aceito, o texto precisa, antes de mais nada, ser coerente com o conhecimento de mundo do escritor e do leitor: as informações devem fazer sentido para ambos.”</p> <pre>&lt;/1q&gt;</pre> <p>Por sua vez, Chirneck defende que ...</p>

**Figura 12** - Tipos de marcação  
Fonte: COOMBS e outros (1987, adaptada).

A marcação descritiva codifica a informação de maneira adequada tanto para a versão digital do documento quanto para diferentes formatos de impressão. Os sistemas que fazem uso desse tipo de marcação, em vez da procedural, contribuem para a simplificação de tarefas manuais a serem realizadas pelo autor, no processador de texto, que poderá manter a atenção no conteúdo (COOMBS e outros, 1987). Como exemplo de marcação descritiva tem-se a *Generalized Markup Language* (GML) que, após padronizada, passou a ser denominada *Standard GML* (SGML) – base de criação das linguagens XML e HTML.

Segundo Coombs e outros (1987), autores podem efetuar marcação de duas maneiras: digitando a marcação juntamente com o texto ou utilizando funções selecionadas através de itens de menus. Em relação à sua finalidade, a marcação apresentável é projetada para leitura, a marcação procedural para formatação e a marcação descritiva pode ser projetada para leitura, mas seu foco principal é dar suporte a uma classe aberta de aplicações (e.g., as de recuperação de informação) (COOMBS e outros, 1987).

### 3.1.3 O Uso de Estilos em Processadores de Texto

De acordo com Furuta (1992), os processadores de texto *Bravo*, *Star* e *Tioga*, introduziram e refinaram a funcionalidade de descrever a aparência de componentes e objetos de um documento através do uso de estilos. Esta funcionalidade é largamente utilizada nos chamados processadores de texto WYSIWYG da atualidade (e.g., *Microsoft Word*, *Writer*, *StarWriter* etc.), sendo que, tais sistemas estão presentes nos mais diversos ambientes (universidades, empresas, lares etc.) e são responsáveis pela produção de uma variedade de documentos (técnicos, administrativos, pedagógicos etc.) (KENTZOGLANAKIS, 2006).

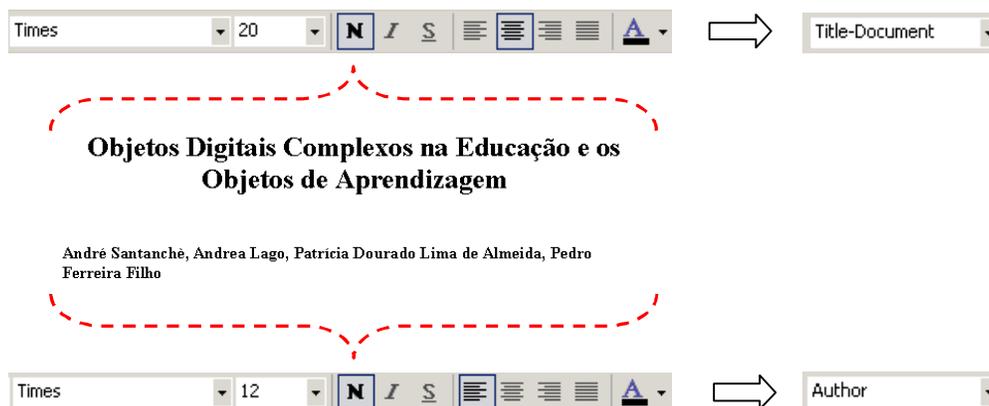
Estilos são coleções de propriedades nomeadas aplicáveis ao conteúdo de um documento, por exemplo, em vez de configurar várias propriedades (e.g., tipo e tamanho da fonte) de um trecho específico, o autor simplesmente aplica um estilo a esse trecho e/ou a outro(s) que devam ter as mesmas características (JOHNSON; BEACH, 1988).

Na definição de Kentzoglanakis (2006, p. 5) um estilo é:

[...] um atributo lógico, definido como um conjunto de atributos físicos que “muda a ênfase na aparência do texto, para o que o texto é” [...]. Neste caso, “aparência do texto” diz respeito às suas propriedades como tipo e tamanho da fonte, espaçamento entre linhas e de parágrafos, entre outros atributos físicos; do outro lado, “o que o texto é” (atributo lógico) é um conceito um pouco vago e ambíguo. Por exemplo, “Cabeçalho 1”, que indica um nível de organização do conteúdo (estrutura), é um estilo que coexiste com o estilo “Autor”, que tem a ver com o significado (semântica) do trecho de texto marcado.

A Figura 13 mostra um exemplo do uso de estilos em um processador de texto. A parte central da figura contém o trecho de um documento, formado pelo título e o nome de seus

autores. O título foi marcado com o estilo {Title-Document}, cujos parâmetros de formatação são: fonte Times de tamanho 20, negrito e alinhamento centralizado. Na parte inferior, para o nome dos autores foi aplicado o estilo {Author}, com fonte Times de tamanho 12, negrito e alinhamento à esquerda.



**Figura 13** - Exemplo do uso de estilos em um processador de texto

Apesar do uso de estilos visar inicialmente a simplicidade da aplicação e modificação de padrões de formatação para diferentes partes do documento (HAIGH, 2006), alguns trabalhos (VITALI, 2003; TALLIS, 2003; GTK PRESS, 2008) têm expandido esta funcionalidade utilizando os estilos para a inserção de metadados em conteúdo produzido em processadores de texto. Por exemplo, na Figura 13, cada vez que o autor utiliza um estilo ele realiza implicitamente uma anotação no segmento a ser formatado. Após produzir o documento, uma ferramenta de extração de informações pode extrair cada segmento formatado e o respectivo estilo. Neste caso, o trecho do documento formatado pelo estilo {Title-Document} pode ser extraído na forma de uma instância de metadados (Title-Document, *Objetos Digitais Complexos na Educação e os Objetos de Aprendizagem*) a ser manipulada, por exemplo, na geração de um ODC.

O uso de estilos envolve um vocabulário próprio, Johnson e Beach (1988) definiram alguns termos que são apresentados no Quadro 2.

Termo	Definição
Estilos do documento	Coleções de estilos que definem a aparência do documento.
Efeitos do estilo	As propriedades definidas por um estilo.
Nome do estilo	O nome que um usuário definiu para um estilo. Deve refletir mais o propósito do estilo do que seu efeito tipográfico.
Modelo ( <i>stylesheet</i> )	Uma coleção de estilos, previamente definida, a serem utilizados em um documento.

**Quadro 2** - Glossário de termos de estilos

Fonte: Johnson e Beach (1988).

Além da terminologia, a literatura também apresenta algumas vantagens relacionadas ao uso de estilos em processadores de texto, que são listadas abaixo (JOHNSON; BEACH, 1988; SORGAARD e outros, 1996):

- a) O usuário se torna capaz de definir um conjunto de propriedades (efeitos do estilo) associadas a parte do documento com uma simples ação, que consiste em selecionar um trecho de conteúdo e definir o estilo a ser aplicado;
- b) Estilos podem fornecer um mecanismo para a classificação do texto com o uso de nomes relacionados ao conteúdo e estrutura do documento, ou seja, diferentes parágrafos podem ser explicitamente nomeados usando identificação como “Exemplo”, “Definição”, “Título”, “Citação” etc. Com isso, cria-se a possibilidade do uso de estilos na anotação semântica de conteúdo em documentos extensos como manuais ou material educacional, adicionando semântica ao texto e permitindo processamentos sobre o documento (e.g., obtenção de informação útil);
- c) A padronização da aparência do documento, através da criação de coleções de estilos que podem ser compartilhados entre diversos autores. Por exemplo, o uso de um modelo (*stylesheet*) na criação colaborativa de um material pedagógico;
- d) Usuários com diferentes níveis de experiência, atuando em seu próprio domínio, podem fazer uso de um vocabulário comum baseado no nome do estilo. O uso de convenções apropriadas para nomear os estilos de um documento permite o reuso de conteúdo para outro documento, assim, grupos de autores podem obter versões diferentes do mesmo documento ou reutilizar trechos de conteúdo em documentos relacionados;
- e) Conversão e Busca: a possibilidade de converter o documento em formatos diferentes (e.g., linguagem HTML) e manter atributos de semântica (e.g., estilos de textos podem ser convertidos em classes de estilo HTML) que facilitarão futuras buscas ou recuperações, principalmente ao se utilizar no texto uma marcação do tipo descritiva.

Para exemplificar este último benefício, cita-se Vitali (2003) que apresenta uma aplicação para realizar a geração de páginas Web através do uso de estilos no processador de texto *Microsoft Word*. A proposta do autor visa eliminar a necessidade de que um *webdesigner* (profissional especialista na criação de páginas Web) esteja sempre disponível para adicionar ou mudar qualquer conteúdo de uma página Web. Além disso, sua justificativa é poder contar com características comuns aos processadores de texto (e.g, estilos, auto

correção, salvamento temporário etc.) e com o fato de que normalmente os textos são produzidos nos processadores de texto para depois serem disponibilizados em formato Web.

Esse exemplo reforça o argumento de Coombs e outros (1987), de que com a marcação descritiva, realizada através do uso de estilos, o autor pode se concentrar no conteúdo do documento em vez de outras atividades secundárias. No Capítulo 4, são apresentados outros trabalhos que fazem uso de estilos para a anotação de conteúdo.

Apesar destes benefícios relacionados ao uso de estilos em processadores de texto, algumas limitações podem ser encontradas quando empregado em uma grande quantidade de documentos. O Quadro 3 apresenta uma classificação destes problemas, identificados no experimento realizado por Sorgaard e Sandahl (1997).

<b>Limitação</b>	<b>Exemplo</b>
Subutilização dos estilos	- O processador de texto fornece como padrão um conjunto de estilos pré-definidos, que pode não ser utilizado em um documento específico.
Falhas de funcionalidade	- A ação de copiar e colar determinado trecho de conteúdo pode resultar na criação automática de um novo estilo, surgindo uma grande diversidade de estilos semelhantes em um mesmo documento.
Problemas de semântica	- Um erro no modelo (ou <i>template</i> ) do documento, como a nomeação equivocada de um estilo, pode ser disseminado por diversos documentos.
Problemas estruturais	- <i>Schemas XML</i> impõem restrições na forma em que seus elementos são organizados. Se tais restrições não forem conhecidas pelo autor ou tratadas pela aplicação que manipula o documento (com conteúdo e estilos) erros podem ser ocasionados

**Quadro 3** - Problemas com o uso de estilos

Fonte: Sorgaard e Sandahl (1997).

Apesar da evolução dos processadores de textos nas últimas décadas, a funcionalidade dos estilos mantém suas características iniciais e o foco na aparência do documento, entretanto, continuamente novos trabalhos surgem para estender esta funcionalidade a um uso semântico.

### 3.2 WEB SEMÂNTICA E ONTOLOGIAS

A Web possui muito conteúdo não estruturado e compreensível em sua maioria apenas por humanos. Com o seu crescimento, torna-se necessária uma participação mais ampla dos computadores e demais recursos tecnológicos (e.g., agentes de software) na interpretação e processamento deste conteúdo.

Este é o propósito da Web Semântica que pretende proporcionar ao conteúdo disponível na Web um significado bem definido para que as máquinas interpretem a semântica dos

documentos, em uma linguagem e escrita direcionada a computadores (BERNERS-LEE e outros, 2001).

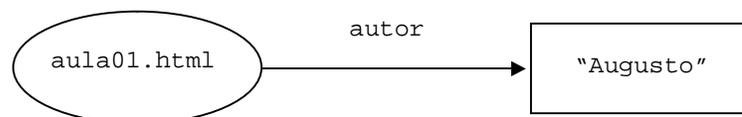
A Web Semântica é formada por um conjunto de tecnologias e padrões que foram evoluindo ao longo do tempo, oferecendo uma combinação de uma visão de alto nível e especificações de baixo nível (SHADBOLT e outros, 2006; KIRYAKOV e outros, 2003).

Algumas destas tecnologias e conceitos são apresentadas a seguir.

### 3.2.1 *Resource Description Framework*

O *Resource Description Framework* (RDF) envolve tanto um modelo quanto uma linguagem para a representação homogênea de informações associadas a recursos na Web (MANOLA; MILLER, 2004). Recursos são documentos ou qualquer outro artefato digital que possa ser identificado por um endereço Web.

A estrutura do RDF consiste em uma coleção de triplas, sendo que, cada uma é formada por um sujeito, um predicado e um objeto. O conjunto destas triplas é chamado de um grafo RDF, onde o sujeito é o recurso descrito, o predicado é a sua propriedade, e o objeto é o seu valor (MANOLA; MILLER, 2004). A tripla da Figura 14 ilustra o formalismo RDF para descrever que o autor da página “aula01.html” é “Augusto”.



**Figura 14** - Representação de um grafo RDF

O objeto de uma tripla ou até mesmo a sua propriedade pode ser o sujeito de outra tripla, desse modo, é possível se construir através do RDF uma rede descritiva que pode ser percorrida e interpretada por computadores.

### 3.2.2 *Web Ontology Language*

A *Web Ontology Language* (OWL) é uma extensão da linguagem RDF e permite uma representação eficiente das ontologias (SMITH e outros, 2004). A OWL é derivada da junção de duas outras linguagens: *DARPA Agent Markup Language* (DAML) e *Ontology Inference Layer* (OIL) (MCGUINNESS e outros, 2002). O DAML é uma extensão do RDF para uso por agentes de software. Neste texto serão apresentadas algumas soluções que adotaram o DAML para anotação semântica e definição de ontologias, dado que o OWL é uma linguagem bastante recente.

### 3.2.3 Ontologias

Na Web Semântica as interpretações devem ser executadas automaticamente pelas máquinas de uma maneira mais explícita e previsível quanto possível. Isto requer uma definição formal de conceitos e seus relacionamentos em um determinado domínio (KIRYAKOV e outros, 2003), realizados com o uso de ontologias.

A definição mais aceita de ontologia, e que será adotada neste trabalho, foi dada por Gruber (1993) como a “especificação explícita de uma conceitualização”. Uma conceitualização pode ser compreendida como uma abstração do mundo a ser representado, é formada por objetos, conceitos, entidades e relacionamentos entre eles (GRUBER, 1993).

## 3.3 ANOTAÇÃO SEMÂNTICA

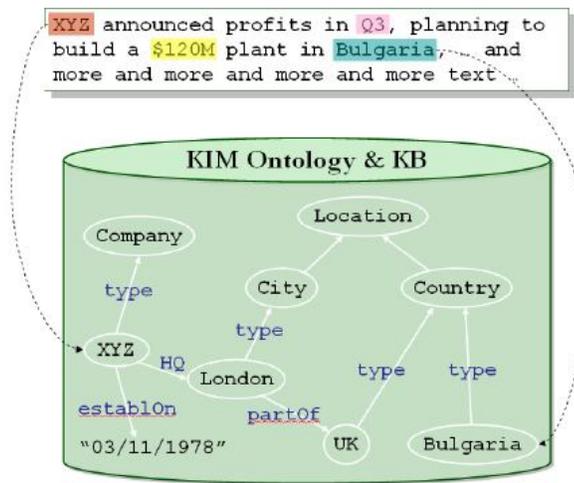
O conceito de anotação pode ser tratado sob duas perspectivas: (i) a ação ou efeito de anotar, ou seja, realizar um apontamento; (ii) uma nota ou observação (HOUAISS, 2001). Mais especificamente, Euzenat (2002) define uma anotação como o “conteúdo representado em uma linguagem formal e vinculado ao documento”. As anotações podem ser feitas em documentos por meio de comentários, registros de interpretação pessoais ou marcações no texto (MARSHALL, 1998).

Marshall (1998) classifica anotações como implícitas ou explícitas e formais ou informais. Uma anotação é implícita quando é passível de ser interpretada somente por seu autor e, por esse motivo, se destina a consumo próprio. Do outro lado, uma anotação explícita é produzida para que possa ser interpretada por terceiros. Logo, a anotação implícita possui baixo nível de semântica explícita, o que dificulta seu processamento por computadores. Uma anotação é formal quando segue esquemas estruturais, tais como aqueles utilizados por metadados padronizados. Desse modo, podem ser tratadas por computadores. As anotações informais são geralmente destinadas somente ao consumo humano.

Euzenat (2002) analisou a relação entre anotações e a Web Semântica na forma de um *framework* em que anotações geram uma função de documentos para um conjunto de representações formais, permitindo a interpretação de conteúdo. Inversamente, índices geram funções de um conjunto de representações formais para documentos, permitindo a sua recuperação.

Confrontando a representação de Euzenat (2002) com a classificação de Marshall (1998), tem-se a noção de anotação semântica como um subconjunto específico de anotações explícitas e formais, isto é, uma marcação adicionada a um documento – além da própria ação de produzi-la – a fim de aumentar o significado de uma parte ou de todo o seu conteúdo.

Kiryakov e outros (2004) associam anotação semântica a um esquema específico para a produção de metadados, direcionando o seu uso e criando novas possibilitando e métodos de acesso à informação. Tal esquema diz respeito a entidades referenciadas pelo nome e que podem ser descritas (e.g., pessoas, organizações, endereços etc.). Portanto, a anotação semântica consiste em identificar tais entidades nomeadas no texto (e.g., o nome do autor, a data de criação do documento etc.) e ligá-las com suas respectivas descrições semânticas, contidas, por exemplo, em uma ontologia. Este procedimento é apresentado na Figura 15.



**Figura 15** - Anotação Semântica de um texto  
Fonte: KIRYAKOV e outros (2004).

Kiryakov e outros (2004) afirmam que a anotação semântica é aplicável em qualquer tipo de texto: páginas Web, documentos produzidos por processadores de texto, campos de um banco de dados etc. Além disso, definem três pré-requisitos básicos para a representação de anotações semânticas, que estão de acordo com a perspectiva de Euzenat (2002):

- a) Uma ontologia (ou pelo menos uma taxonomia), para definir as classes de entidades e suas relações, a serem referenciadas pelas anotações;
- b) Identificadores de entidades, que permitirão a distinção das entidades e ligação com suas respectivas descrições semânticas;
- c) Uma base de conhecimento, com descrições de entidades.

Além disso, Azouaou e outros (2004) salientam que a atividade de anotação depende de mais três fatores, citados a seguir, confirmando a definição apresentada em Marshall (1998):

- a) O autor da anotação ou anotador;
- b) A quem se destina a anotação ou usuário da anotação;
- c) O fato de que a anotação possui um menor ou maior grau semântico.

Ao atender esses requisitos o processo de anotação semântica acarreta benefícios como o aumento de significado de um conteúdo específico, a possibilidade de interpretação deste conteúdo por aplicações de software, a gerência do conhecimento de forma automática, além de uma melhor descrição da estrutura do documento e, conseqüentemente, eficiência na recuperação de informação (EUZENAT, 2002; CIRAVEGNA e outros, 2002; KIRYAKOV e outros, 2004; AZOUAOU; DESMOULINS, 2005; UREN e outros, 2005).

Dentro do domínio de produção de material educacional, Azouaou e Desmoulins (2005) classificam a anotação semântica em três níveis: pedagógico, de domínio e documento. No nível pedagógico, as anotações explicitam as atividades executadas pelo professor para obter êxito no processo de ensino-aprendizagem. Por exemplo, algumas destas anotações se destinam à organização do conteúdo em lições, outras especificam o contexto do aluno fornecendo subsídios para adaptação do conteúdo etc. O nível de domínio diz respeito ao conhecimento especificado no conteúdo das lições, portanto, irão variar de domínio para domínio. O nível de documento define sua estrutura lógica (títulos, subtítulos, parágrafos, etc.) e física (fonte, cores, tamanho etc.).

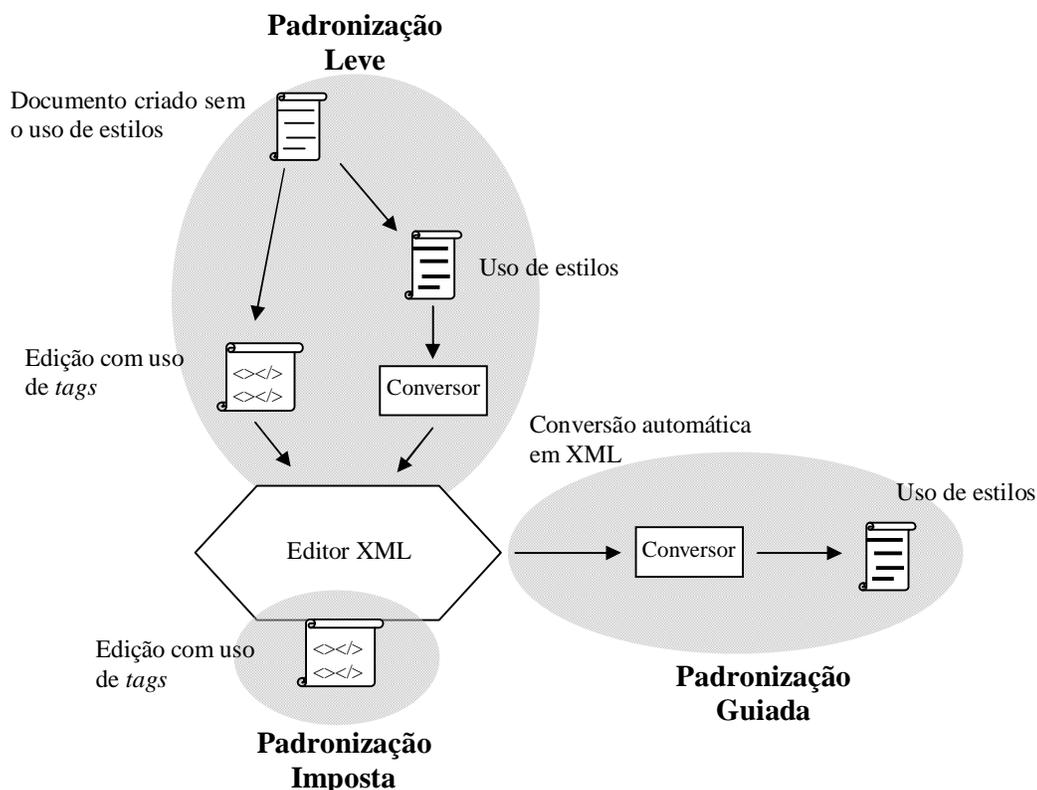
Como será tratado adiante, neste trabalho, o nível de anotação pedagógico e o de documento serão relacionados a um padrão de especificação de *design* pedagógico, o IMS *Learning Design* (IMS LD, 2003a; IMS LD, 2003b; IMS LD, 2003c; KOPER; OLIVIER, 2004).

### 3.4 ABORDAGENS PARA PADRONIZAÇÃO DE DOCUMENTOS

Braa e Sandahl (1996) identificaram três abordagens para padronização de documentos a fim de permitir a troca eletrônica (ou interoperabilidade) desses artefatos. São elas:

- a) **Padronização leve:** o autor de um documento o produz em um processador de texto sem nenhuma preocupação com a estrutura, daí o conteúdo é padronizado/estruturado por outra pessoa ou programa através do uso de marcações;
- b) **Padronização guiada:** o autor do texto é guiado pelo uso de estilos pré-definidos e outra pessoa ou programa converte o documento em um formato padronizado – no caso específico deste trabalho, esse formato assume a forma de um ODC;
- c) **Padronização imposta:** o autor de um texto o produz de acordo com um padrão pré-definido, ou seja, além do conteúdo ele aplica as marcações com *tags* XML e produz seu próprio código.

A Figura 16 apresenta a relação destas abordagens considerando o uso de um processador de texto para a autoria de um objeto digital complexo.



**Figura 16** - Abordagens para padronização de documentos  
Fonte: Braa e Sandahl (1996, adaptada).

Na padronização leve o autor usa um processador de texto tradicional e não segue padrões ou regras que devem ser aplicados no processo de produção de conteúdo. Nesta abordagem, os autores são responsáveis pela escolha dos formatos de fonte, tamanho, margens etc., mas não definem através de marcações os diferentes elementos do texto (título, cabeçalho, parágrafo etc.), nem a estrutura do documento (e.g., títulos antes dos parágrafos). Em relação ao entendimento do conteúdo e da estrutura de um documento, esta abordagem satisfaz as necessidades de um leitor humano, mas para o computador ela é menos compreensível, ou seja, de baixo poder semântico (BRAA; SANDAHL, 1996).

A padronização guiada emprega o uso de estilos para marcação de elementos no texto, em vez de tags. Apesar das limitações existentes, o uso de estilos torna possível um maior êxito na representação da estrutura do documento do que na padronização leve. Na padronização imposta, se a marcação for realizada corretamente, pode realizar-se a conversão automática para XML por meio de ferramentas de software específicas ou conversores (BRAA; SANDAHL, 1996).

### 3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo a anotação semântica de conteúdo foi definida por meio da identificação de entidades em um texto (e.g., o nome do autor, a data de criação do documento etc.) e a sua ligação às descrições semânticas correspondentes. Foi apresentada a argumentação de que este processo pode ser realizado em um processador de texto, através do uso da funcionalidade de estilos. Para isso, abordou-se a evolução destes sistemas e a sua forma de organização de conteúdo. Os tipos de marcação também foram apresentados e, juntamente com as abordagens de padronização de documentos, forneceram a base para a análise da viabilidade de interoperabilidade de conteúdo produzido em processadores de texto. Neste caso, a proposta deste trabalho é justamente proporcionar a adoção da padronização guiada contribuindo, assim, para a autoria de objetos digitais complexos.

Por fim, conclui-se que a anotação semântica explícita e formal pode ser realizada através do uso de marcações declarativas em um documento, sendo o mecanismo utilizado para isso o uso de estilos. De acordo com Carr e outros (2004), as características de um documento são definidas por seu autor(es) já na etapa de criação, isto é, o seu potencial de compartilhamento, na maioria das vezes, é definido por um humano. Com isso, a forma em que este significado é definido e representado no documento tem um impacto direto no sucesso (ou fracasso) na interpretação do conteúdo por seus consumidores (e.g., um agente de software).

## 4 SISTEMAS DE AUTORIA E ANOTAÇÃO SEMÂNTICA

Este capítulo apresenta uma revisão de iniciativas relacionadas a mecanismos de anotação semântica do conteúdo gerado em ferramentas de produtividade, tais como, processadores de texto, software de edição e apresentação de *slides* etc. Além do referencial teórico, estas pesquisas apresentam ferramentas de software cujo principal objetivo é a autoria de objetos de aprendizagem ou o enriquecimento semântico do conteúdo original. Em ambas as situações, tais trabalhos relacionam-se com a proposta desta dissertação e, a seguir, serão apresentados aqueles mais relevantes. Uma avaliação comparativa foi elaborada de acordo com três aspectos: semântico, técnico e pedagógico. Assim, foram identificados os pontos em que a proposta deste trabalho se diferencia das demais.

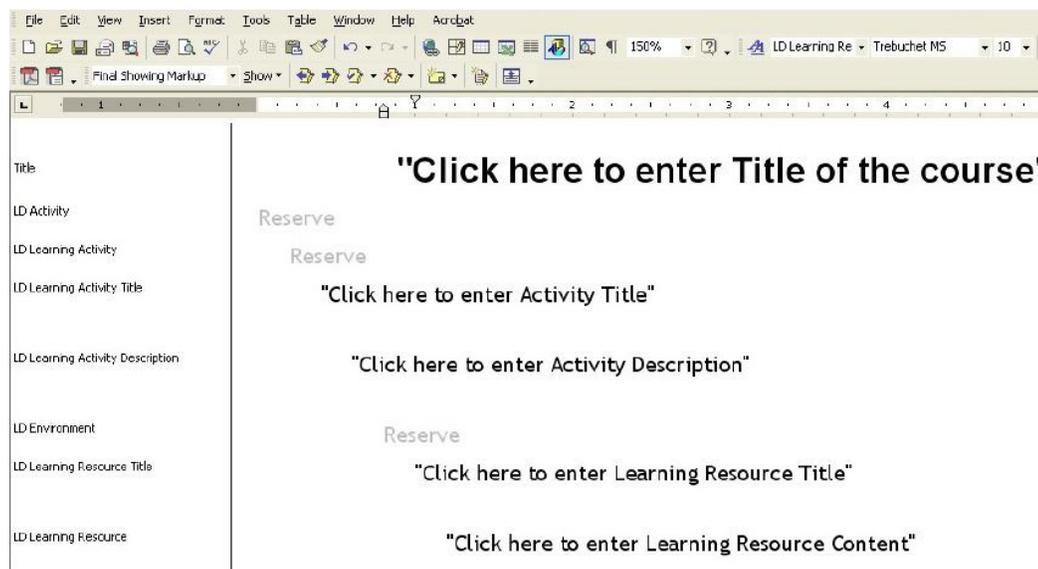
### 4.1 KOMPOSER SUITE

O *Komposer Suite* (GTK PRESS, 2008), atualmente na versão 2.0, é uma ferramenta comercial de autoria projetada para professores e desenvolvedores de recursos educacionais. O pacote de aplicativos é formado por um complemento (*plugin*) do *Microsoft Word*, que permite a edição de um documento estruturado hierarquicamente com o formato de um *schema* XML (e.g., o do *IMS Learning Design*), e uma aplicação que realiza a validação deste documento e sua conversão em um pacote do *IMS Content Packaging*. Desta forma, é possível que um usuário crie seu próprio curso, de acordo com padrões abertos de interoperabilidade (SCORM, IMS CP e LOM) e o distribua na Web, por exemplo, através de ambientes virtuais de aprendizagem (GTK PRESS, 2008).

Para o professor utilizar a ferramenta, que tem como pré-requisito a existência do *Microsoft Word* – exclusivamente nas versões 2002 ou 2003 – no computador, deve ser realizado um processo de instalação. Feito isso, basta seguir um fluxo de autoria onde: i) o autor prepara o documento no processador de texto; ii) usando a funcionalidade de estilos (ver Seção 3.1.3) o conteúdo é organizado em pequenos módulos que formam a estrutura do curso, podendo ser inseridos recursos multimídia e Web; iii) quando concluído, realiza-se a conversão do documento em um conjunto de arquivos XHTML (baseados nos estilos) e a geração de um manifesto XML cuja estrutura é definida de acordo com o leiaute usado no documento (GRIFFITHS e outros, 2005).

A Figura 17 apresenta um modelo (*template*) de documento para o uso do *Komposer* no *Microsoft Word*. No lado esquerdo estão os elementos do IMS LD disponíveis e na área

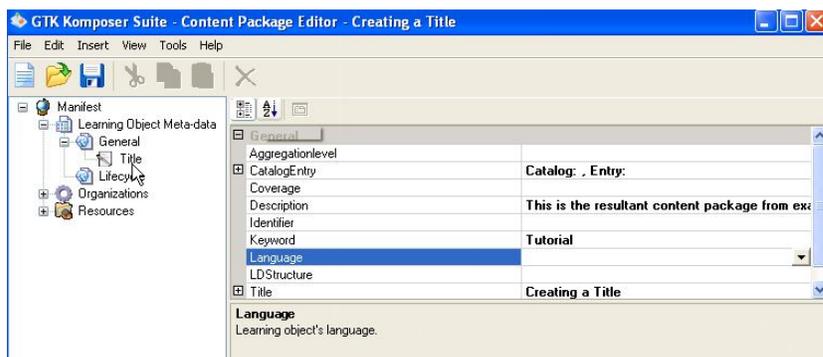
central a estrutura do material pedagógico a ser criado. O usuário deverá criar seu material didático e ir marcando cada uma das partes do texto com um estilo que a represente. Por exemplo, o título da atividade será marcado com o estilo “LD Learning Activity Title” e sua descrição com “LD Learning Activity Description”.



**Figura 17** - Modelo de documento do *Komposer Suite*  
Fonte: Griffiths e outros (2005).

Durante o processo de conversão do documento produzido para XHTML, o *Komposer* realiza a extração de metadados tomando como base os estilos utilizados. Por exemplo, o que está marcado com “LD Learning Activity Title” é convertido no campo de metadados equivalente do IMS LD.

O *Komposer Suite* possui a funcionalidade de edição dos metadados do pacote criado onde, por exemplo, após a conversão do documento em um pacote do IMS CP, é possível realizar manualmente o preenchimento de informações como a descrição e palavras-chave do objeto digital complexo. A Figura 18 mostra esta funcionalidade.



**Figura 18** - Edição de metadados no *Komposer*

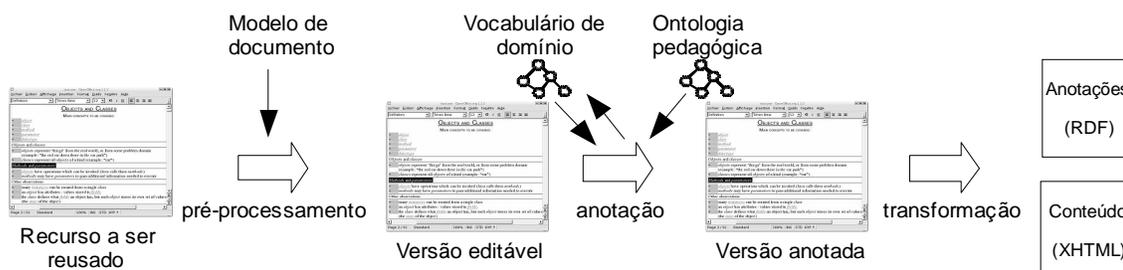
Alguns modelos (*templates*) do *Microsoft Word* (arquivos .dot) são fornecidos com a ferramenta, permitindo que o usuário trabalhe com a estrutura do IMS LD mesmo sem dominar a fundo os elementos desta especificação.

## 4.2 QUESTION BASED LEARNING SYSTEM

O *Question Based Learning System* (QBLS) é um sistema de software que implementa uma metodologia em que a aprendizagem é conduzida por tarefas (respostas a questões) (DEHORS e outros, 2006). Tal como acontece no *Komposer*, o processo de produção de recursos educacionais do QBLS adota a anotação da semântica do conteúdo através do uso de estilos, utilizando-se para isso as ferramentas de produtividade do pacote *OpenOffice* (e.g., processador de texto, edição e apresentação de *slides* etc).

A metodologia é organizada em três etapas principais (DEHORS e outros, 2006), como mostra a Figura 19.

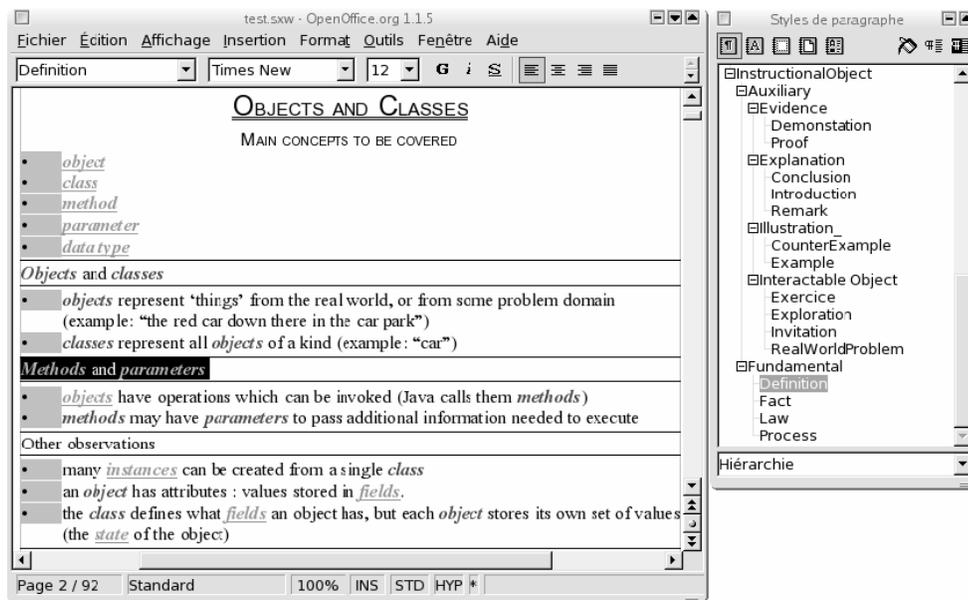
- a) Etapa 1 – Inicialmente um recurso educacional é selecionado e, se necessário, passa por um pré-processamento para que seu conteúdo seja representado em um formato XML apto à edição. Por exemplo, a representação XML do *OpenOffice* para documentos produzidos em seu processador de texto;
- b) Etapa 2 – O professor anota o conteúdo do recurso usando os estilos do *OpenOffice* (Figura 20);
- c) Etapa 3 – O documento editado – representado no formato XML do *OpenOffice* – é transformado utilizando-se XSLT – padrão utilizado para a transformação de documentos XML (KAY, 2007). As informações semânticas capturadas pelos estilos são traduzidas automaticamente em anotações RDF e o conteúdo do recurso é traduzido em documentos XHTML.



**Figura 19** - Visão geral da metodologia QBLS  
Fonte: Dehors e outros (2006, adaptada).

Segundo Dehors e outros (2006), a conversão que ocorre na etapa 3) é crucial para que os recursos possam ser reutilizados e acessados em cenários específicos de aprendizagem (e.g., cursos diferentes em um ambiente virtual de aprendizagem). O QBL5 é a plataforma que permite esse reuso através da organização, recuperação e exibição dos recursos educacionais criados com base no processo apresentado na Figura 19.

A Figura 20, que representa a execução da etapa (2) em um processador de texto, mostra a organização hierárquica de estilos de parágrafo (lado direito da figura) e um recurso sendo anotado, por meio da seleção de um trecho do texto com o título “*Method and Parameters*” e a aplicação do estilo “*Definition*”. Desta forma, os estilos podem ser organizados em uma hierarquia com categorias e subcategorias e associados a um termo de uma ontologia descrita usando padrões abertos da Web Semântica (RDF e OWL), conforme abordado na Seção 3.2.



**Figura 20** - Anotações realizadas em um processador de texto  
Fonte: Dehors e outros (2006).

O *template* utilizado para a transformação das anotações em RDF é baseado no nome dos estilos e pode ser aplicado a recursos diferentes, exigindo-se apenas que o documento seja organizado em conjuntos de parágrafos separados por títulos (Figura 20) e exista uma convenção para o nome dos estilos (DEHORS e outros, 2006). As linguagens da Web Semântica permitem que as anotações e seu significado conceitual sejam expressos formalmente, contribuindo para a interoperabilidade destes recursos na Web (DEHORS e outros, 2006).

### 4.3 TIBETAN & HIMALAYAN DIGITAL LIBRARY MARKUP

A Biblioteca Digital Tibetana e do Himalaia (*The Tibetan and Himalayan Digital Library* – THDL – <http://www.thdl.org>) é uma comunidade internacional de livre acesso que usa tecnologias baseadas na Web para fornecer informações sobre o Tibet e o Himalaia (THDL, 2009a). Com o objetivo de minimizar o esforço empregado na catalogação de documentos e possibilitar um registro não apenas de metadados gerais, mas também associados à estrutura interna do documento, foi desenvolvido um mecanismo de marcação baseado no uso de estilos do processador de texto *Microsoft Word* que efetua a conversão de seus documentos em um formato XML padronizado pela THDL.

Para isso foram elaborados os seguintes elementos: (i) um conjunto de estilos a serem aplicados no texto; (ii) uma tabela com metadados sobre o documento; (iii) um conversor que transforma o conteúdo de um documento produzido originalmente no processador de texto para um documento XML incluindo os estilos, que são transformados em marcações XML, e; (iv) um documento modelo (*template*) para ambos os formatos (*Microsoft Word* e XML), sendo um com os estilos pré-definidos e o outro um *schema* XML. Esse *schema* XML foi desenvolvido em colaboração com o *Institute for Advanced Technology in the Humanities* (IATH) da Universidade de Virgínia e trata dos seguintes aspectos (GROVE, 2009):

- a) Identificação da informação;
- b) Descrição do formato de apresentação física do texto;
- c) Descrição das categorias intelectuais relacionadas ao texto;
- d) Dados sobre a origem do documento (e.g., autor, tradutor);
- e) Informações sobre títulos e subtítulos dados ao documento;
- f) Índice de conteúdo.

O processo de criação do objeto digital complexo a ser publicado na THDL, é formado pelos seguintes passos (THDL, 2009b):

- a) Produzir o documento do *Microsoft Word* e aplicar os estilos da THDL;
- b) Inserir no documento uma tabela padrão (obtida previamente) e preenchê-la com os metadados;
- c) Converter o documento do processador de texto para um documento XML;
- d) Postar o documento para o *site* da THDL e publicar o *hyperlink* de acesso.

O mecanismo proposto pela THDL está ainda em desenvolvimento, com isso pode ser necessário, após a execução do passo (3), a edição manual do arquivo XML para se obter um documento válido (THDL, 2009b), o que exige a instalação e o conhecimento prévio de um

editor XML. Além disso, devido ao fato de o conversor estar embutido no documento como um conjunto de instruções de macro exige-se que o processo seja executado preferencialmente na plataforma de sistema operacional Microsoft Windows XP (THDL, 2009b).

Para demonstrar a execução do processo de autoria proposto pela THDL foi criado um documento do *Microsoft Word* (Figura 21), de acordo com as instruções contidas em (THDL, 2009b). A tabela de metadados é fornecida em um arquivo separado e deve ser inserida no início de cada documento. Nota-se na Figura 21 que sua representação segue o formato atributo–valor, em que o título do atributo ocupa uma célula e seu respectivo valor a célula logo à sua direita.

The screenshot shows a Microsoft Word window titled 'WordToXMLConverter-myText - Microsoft Word'. The document content is as follows:

<b>E-Text Title:</b>	Objetos Digitais Complexos na Educação e os Objetos de Aprendizagem		
<b>E-Text Title Original:</b>			
<b>Language of text:</b>	eng	<b>Original Language:</b>	eng
<b>Author:</b>	Santanchè	<b>Date:</b>	2007-01-01
<b>Translator:</b>	Silva	<b>Date:</b>	2009-01-01
<b>Editor:</b>	Silva	<b>Date:</b>	2009-01-01
<b>Mark-up:</b>		<b>Date:</b>	
<b>Inputter:</b>		<b>Date:</b>	
<b>Journal or Collection:</b>	SBIE2007	<b>Vol.:</b>	1
<b>Editor of Collection:</b>		<b>Pagination:</b>	
<b>Publisher:</b>	Tibetan & Himalayan Digital Library	<b>Date:</b>	2009-03-20
<b>Place of Pub.:</b>	Charlottesville, VA 22904		
<b>Description:</b>	Test of THDL Markup		
<b>Domain URL:</b>	http://www.thdl.org	<b>Domain Text:</b>	E-learning
<b>Portal URL:</b>		<b>Portal Text:</b>	
<b>Project URL:</b>	http://purl.org/net/arara	<b>Project Text:</b>	
<b>Home URL:</b>		<b>Home Text:</b>	
<b>Breadcrumb Name for this doc:</b>			

**1. Introdução**

A impressão causada pelo primeiro contato com a noção de Objeto de Aprendizagem (OA) traz a ambigüidade de uma idéia simultaneamente cativante e vaga. Cativa a idéia de poder criar estas “coisas”, os objetos, os quais podem ser compartilhados e aplicados em atividades de ensino/aprendizagem. Objeto nos transmite a idéia de uma entidade que pode ser percebida e manipulada individualmente. Somos induzidos a imaginar repositórios, capazes de armazenar e classificar centenas desses objetos, de modo que possam posteriormente ser selecionados e reusados em contextos diversos.

Em contrapartida, uma reflexão mais aprofundada sobre o tema transmite a fragilidade de uma noção vaga. O que é exatamente um OA? Seria um software educacional completo, uma animação que é executada em um navegador Web, uma

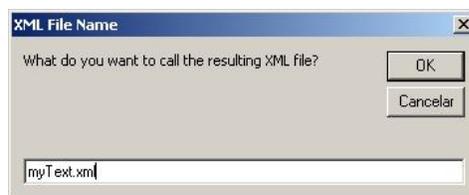
Figura 21 - Documento a ser convertido no formato XML da THDL

O texto do documento foi marcado com os estilos definidos no *template* disponibilizado para os autores, conforme mostra a Figura 22. Por exemplo, {Title Line;tl} para o título, {Paragraph;pr} para os blocos de texto etc.



**Figura 22** - Lista de estilos definidos pela THDL para marcação do documento

Após concluir a edição e marcação do documento e o preenchimento da tabela de metadados, deve-se executar a macro responsável pela conversão. A Figura 23 mostra a interface que solicita ao usuário o nome do arquivo XML a ser gerado.



**Figura 23** - Conversão do documento do *Microsoft Word* para o formato XML

A seguir, as Figuras 24 e 25 mostram trechos do documento XML gerado.

```

1 <respstmt>
2   <resp>Author</resp>
3   <name>Santanchè <date>2008-01-01</date></name>
4 </respstmt>
5 <respstmt>
6   <resp>Translator</resp>
7   <name>Silva <date>2009-01-01</date></name>
8 </respstmt>

```

**Figura 24** - Trecho do documento XML gerado (metadados)

A Figura 24 contém as informações da tabela de metadados, como o nome do autor (linha 3) e do tradutor (linha 7) do documento. A Figura 25 contém o conteúdo principal do documento, ou seja, o texto marcado com os estilos apropriados.

```

1  <text>
2  <titlePage>
3  <titlePart>Introdução</titlePart>
4  </titlePage>
5  <p>
6  A impressão causada pelo primeiro ...
7  </p>
8  <p>
9  Em contrapartida, uma reflexão mais ...
10 </p>
11 ...
12 </text>

```

**Figura 25** - Trecho do documento XML gerado (conteúdo)

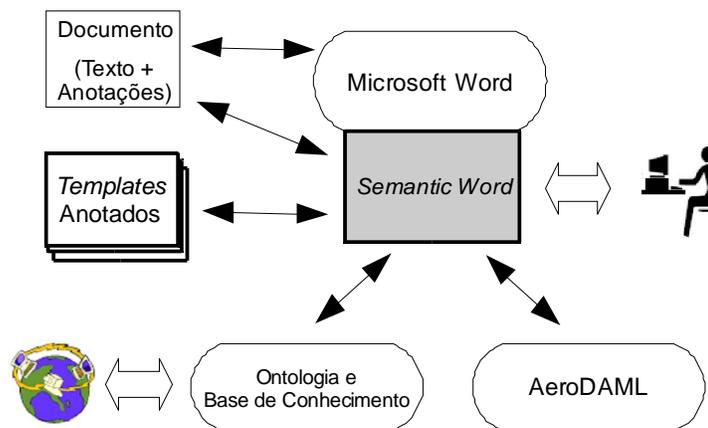
O mecanismo de autoria de objetos digitais complexos proposto pela THDL mostra como o uso do processador de texto pode reduzir o tempo envolvido na marcação e catalogação de documentos a ser publicados na Web. Entretanto, é utilizado um formato específico desta biblioteca, que por não ser tão disseminado, pode limitar a integração com outras plataformas (e.g., ambientes virtuais de aprendizagem, outra biblioteca digital etc.). A metodologia apresentada não é genérica, pois, é dependente da plataforma Microsoft Windows.

#### 4.4 SEMANTIC WORD

O *Semantic Word* tem como objetivo reduzir o esforço empregado na anotação semântica de conteúdo, fornecendo ao autor um ambiente comum para criação e anotação (TALLIS, 2003). Ele é formado pelos seguintes elementos: um ambiente de autoria e anotação semântica de documentos de texto, baseado no *Microsoft Word*; um esquema que permite o reuso do conteúdo e das anotações; uma biblioteca de modelos (*templates*) com texto parcialmente anotado, e; um sistema automático de extração de informação. A Figura 26 apresenta a arquitetura deste sistema.

Segundo Tallis (2003), as funcionalidades do *Microsoft Word* são expandidas pelo *Semantic Word*, de maneira que sua interface gráfica é incrementada com barras de ferramentas e menus de opções (Figura 27) que dão suporte a criação de anotações semânticas no documento – que passa ser formado pelo texto mais as anotações. A criação de documentos anotados também pode ser feita instanciando-se algum dos *templates* disponíveis. Isso torna o *Semantic Word* uma plataforma de autoria que contribui diretamente para a Web

Semântica, disponibilizando o conteúdo anotado em processadores de texto na forma de ontologias ou em uma base de conhecimento.

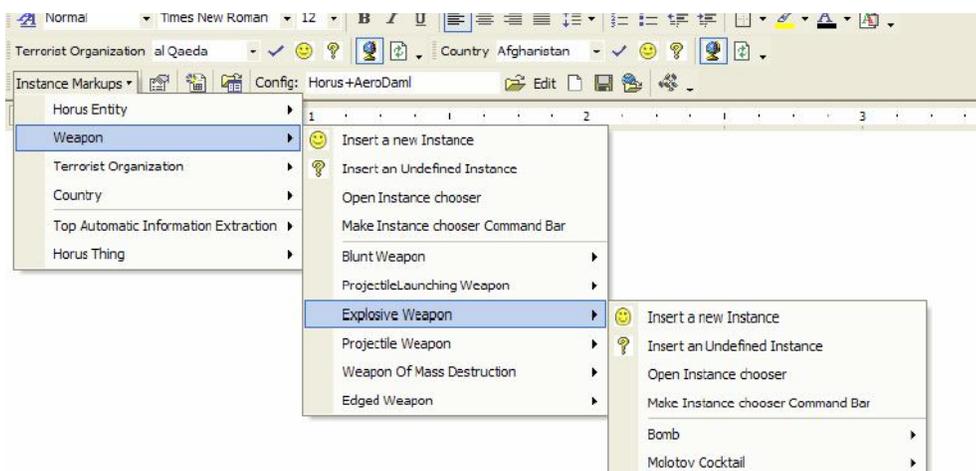


**Figura 26** - Arquitetura do *Semantic Word*

Fonte: Tallis (2003, adaptada).

Outra característica apresentada na arquitetura do *Semantic Word* é a integração com o AeroDAML (KOGUT; HOLMES, 2001) – um sistema de extração automática de informação e anotações baseadas em DAML (ver Seção 3.2), que possibilita a anotação do texto enquanto o mesmo é digitado – semelhante ao serviço de verificação ortográfica disponível nos processadores de texto da atualidade.

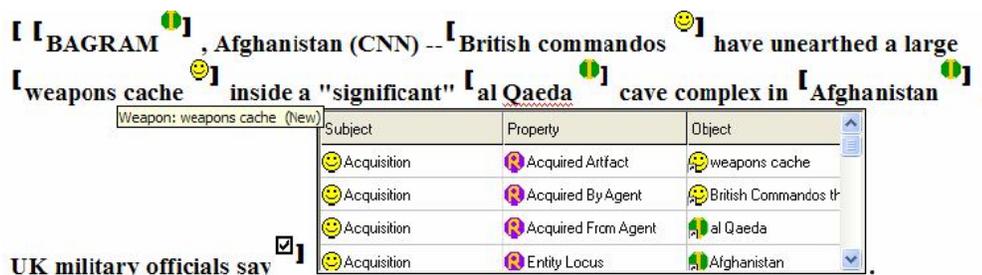
No *Semantic Word* as anotações aplicadas em regiões específicas do texto podem ser de dois tipos: referência a uma instância e na forma de triplas. No primeiro caso, a região do texto é associada com a instância de uma classe de determinada ontologia; no segundo, o conteúdo da região marcada é descrito por uma coleção de triplas que seguem o formato sujeito-predicado-objeto utilizado pelo RDF, conforme está descrito na Seção 3.2.



**Figura 27** - Barras de Ferramentas e Menus do *Semantic Word*

Fonte: Tallis (2003).

A Figura 28 mostra um fragmento de texto anotado com o *Semantic Word*, representando os dois tipos de anotações realizadas pelo sistema. Estas anotações são embutidas no próprio texto e podem ser manipuladas diretamente com o uso do *mouse* (TALLIS, 2003).



**Figura 28** - Fragmento de um documento anotado com o *Semantic Word*  
Fonte: Tallis (2003).

O texto anotado na Figura 28 é “*BAGRAM, Afghanistan (CNN) -- British commandos have unearthed a large weapons cache inside a ‘significant’ al Qaeda cave complex in Afghanistan, UK military officials say*”. As áreas entre colchetes ([ ]) são delimitações feitas pelo *Semantic Word* nas áreas anotadas. Os colchetes não pertencem ao conteúdo do texto. Seguindo o trecho marcado e ainda dentro dos colchetes há dois tipos de ícones que caracterizam o elemento anotado: o ícone 🌍 associa o trecho anotado a uma instância de uma classe e o ícone ☺ associa o trecho anotado ao sujeito de uma tripla sujeito-predicado-objeto.

Referências à instância da classe de uma ontologia utilizam estas mesmas simbologias, porém, no formato de triplas. As triplas podem ser registradas e visualizadas durante a anotação do texto, como mostra a Figura 28.

De acordo com Tallis (2003), a maior parte dos sistemas de anotação semântica associa as descrições produzidas ao documento (ou artefato digital) e não a trechos deste documento, como faz o *Semantic Word*. Esta abordagem possui as seguintes vantagens: (i) as descrições podem ser reusadas junto com o texto; (ii) a validação da coerência entre a anotação e conteúdo é facilmente realizada e, se necessário, ambos podem ser alterados ou corrigidos; (iii) para localizar determinada anotação no texto basta utilizar-se do mecanismo de busca disponível no processador de texto (TALLIS, 2003). Por outro lado, as limitações encontradas com a implementação desta abordagem foram: (i) a duplicidade da anotação, caso uma entidade seja referenciada várias vezes em um mesmo documento; (ii) alguns conceitos podem estar implícitos, logo, difíceis de serem localizados no texto (TALLIS, 2003).

#### 4.5 COMPARAÇÃO ENTRE OS TRABALHOS RELACIONADOS

A comparação entre os trabalhos relacionados foi realizada com base nos seguintes critérios apontados por Uren e outros (2006) para este tipo de aplicação: tipo dos documentos suportados, forma de armazenamento das anotações, procedimento de realização da anotação e extração/conversão (automático, semi-automático ou manual). Além destes, foi considerado se os trabalhos atendem ou não aos requisitos abaixo:

- a) Independência de plataforma: indica se a ferramenta exige a instalação prévia de sistema operacional ou software aplicativo específico;
- b) Uso da funcionalidade de estilos;
- c) Especializado no domínio educacional;
- d) Interoperabilidade sintática: indica se a ferramenta faz uso de padrões que permitem o compartilhamento e reuso (e.g., linguagem XML);
- e) Interoperabilidade de domínio: indica se a ferramenta faz uso de padrões de interoperabilidade específicos ao domínio da Educação (e.g., SCORM, IMS LD etc.);
- f) Interoperabilidade semântica: indica se a ferramenta faz uso de algum dos padrões da Web Semântica (e.g., RDF, OWL etc.);
- g) Instalação adicional: se para o correto funcionamento da ferramenta for necessário algum complemento (*plugin*) que insere novas metáforas ao ambiente de autoria ou documento;
- h) Contexto de desenvolvimento (comercial ou acadêmico);

O Quadro 4 mostra uma síntese da comparação entre os trabalhos relacionados com base nos requisitos analisados.

O *Komposer Suite* mostrou-se como o trabalho mais próximo ao proposto nesta dissertação, pois, além de utilizar o processador de texto na autoria de objetos de aprendizagem, tem como finalidade principal atuar como plataforma de produção de material pedagógico seguindo padrões já estabelecidos na indústria (SCORM, IMS CP e LOM). A solução se restringe, entretanto, a padrões de interoperabilidade sintática, não utilizando padrões para interoperabilidade semântica. O tipo de documento suportado pela ferramenta é exclusivamente o compatível com o *Microsoft Word*, sendo o processo de anotação realizado de maneira manual com as anotações (marcações com estilos) armazenadas no próprio documento.

	<b>TRABALHOS RELACIONADOS</b>			
<b>REQUISITOS</b>	Komposer (GTK PRESS, 2008)	Question Based Learning System (DEHORS e outros, 2006)	Tibetan and Himalayan Digital Library Markup (THDL, 2009)	Semantic Word (TALLIS, 2003)
<b>Documentos suportados</b>	.doc	.doc, .odt, .odp	.doc	.doc
<b>Armazenamento das anotações</b>	Próprio documento	Próprio documento	Próprio documento	Ontologia
<b>Procedimento para realizar anotação</b>	Manual	Manual	Manual	Semi- automático
<b>Procedimento para extração/conversão</b>	Automático	Automático	Semi-automático	Automático
<b>Independência de plataforma</b>		✓		
<b>Uso de estilos</b>	✓	✓	✓	
<b>Especializado no domínio educacional</b>	✓	✓		
<b>Uso de padrões de interoperabilidade sintática</b>	✓ XML	✓ XML	✓ XML	✓ XML
<b>Uso de padrões de interoperabilidade de domínio</b>	✓ SCORM, IMS-CP e LOM			
<b>Uso de padrões de interoperabilidade semântica</b>		✓ RDF		✓ DAML
<b>Instalação adicional</b>	✓	✓		✓
<b>Contexto desenvolvimento</b>	Comercial	Acadêmico	Acadêmico	Acadêmico

**Quadro 4** - Comparação entre os trabalhos de autoria e anotação semântica de objetos digitais complexos

Como dito anteriormente, o *Komposer Suite* é uma ferramenta comercial, logo, exige um investimento financeiro para a aquisição do pacote de aplicativos composto por um *plugin* e da aplicação que realiza a conversão automática do documento em um objeto de aprendizagem. Uma das limitações encontradas no *Komposer Suite* é que, mesmo fazendo uso de recursos previamente disponibilizados no *Microsoft Word*, ele exige a instalação do *Microsoft .Net Framework*, trazendo problemas de compatibilidade caso o equipamento utilizado tenha uma outra versão instalada. Além disso, existe a restrição de plataforma, mais precisamente, a uma determinada versão do processador de texto.

O problema de dependência da plataforma tecnológica, identificado no *Komposer Suite*, é superado pela metodologia que guia o funcionamento do QBLs. Esse trabalho assemelha-se ao proposto nesta dissertação por fornecer um aspecto genérico para a anotação de conteúdo, podendo ser aplicado a diferentes ferramentas de autoria existentes (e.g., processador de texto, edição e apresentação de *slides*, planilha eletrônica etc.). Os tipos de documentos adotados nos experimentos realizados com o QBLs são os do *OpenOffice – Writer* e *Impress*, processador de texto (arquivo .odt) e edição e apresentação de *slides* (arquivo .odp), respectivamente. Como no *Komposer Suite*, o processo de anotação é realizado de maneira manual através do uso de estilos. A metodologia implementada pelo QBLs está direcionada ao uso de padrões da Web Semântica (e.g., RDF e OWL).

Sobre o mecanismo de marcação e conversão proposto pela THDL, se apresenta o mesmo problema de dependência tecnológica do *Komposer Suite*. O documento XML gerado não corresponde a um padrão de interoperabilidade largamente conhecido, limitando a sua adoção exclusivamente a essa biblioteca.

No *Semantic Word* é possível a realização da anotação semântica simultaneamente com a geração de conteúdo em um processador de texto – o *Microsoft Word*. O diferencial do *Semantic Word* está na flexibilidade de realização da anotação. Entretanto, o mesmo exige conhecimentos prévios da representação de triplas RDF, um vocabulário que exige esforços significativos para correta compreensão e aplicação. Além disso, o *Semantic Word* depende da instalação de um *plugin* no processador de texto, necessário para a execução de funcionalidades como a anotação semântica do conteúdo. Se por um lado o *Semantic Word* está alinhado com a idéia de usar um ambiente não intrusivo para anotação, por outro ele insere novas metáforas, símbolos etc.

As soluções analisadas acabam se dividindo em dois grandes grupos: ou são soluções altamente especializadas que produzem um tipo específico de resultado – *Komposer Suite*, QBLs e TDHL –, ou são genéricas demais, produzindo metadados que serão usados para

indexação e pesquisas no texto – *Semantic Word*. Os algoritmos utilizados pelas três primeiras soluções são igualmente especializados. A estratégia que converte conteúdo e anotações em estruturas dos produtos específicos fica oculta dentro dos algoritmos de conversão. O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma solução apta a realizar a autoria de produtos especializados na forma de objetos digitais complexos – tais como os objetos de aprendizagem – a partir de anotações realizadas em documentos. Como será mostrado no próximo capítulo, o diferencial desta solução em relação às analisadas neste capítulo está no fato de que ela remete a uma metodologia genérica – a Semântica *In Loco* – que não é especializada em um domínio ou produto específico, mas que pode ser configurada para tal. Este é o caso, por exemplo, do domínio considerado nesta dissertação – o da Educação.

#### 4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresentou quatro trabalhos relacionados à proposta desta dissertação: *Komposer Suite*, QBLs, mecanismo de marcação da THDL e *Semantic Word*. Todos tratam de soluções que visam minimizar os esforços dedicados à autoria de objetos digitais complexos, utilizando ferramentas de produtividade. Alguns critérios básicos de avaliação, definidos e observados nas pesquisas e testes realizados, foram discutidos e apresentados.

De acordo com Bartz (2002 apud GRIFFITHS e outros, 2005), na criação de recursos educacionais baseados na Web os autores tendem a formatar o conteúdo de maneira que apresentem uma aparência que eles julguem apropriada para o processo de aprendizagem. Aproveitar o esforço envolvido nesta formatação e estruturação para inserir mais semântica no conteúdo permite a automatização de tarefas que antes exigiam ferramentas especializadas, minimizando os esforços de treinamentos demandados quando um usuário tem que aprender a manipular um novo sistema (GRIFFITHS e outros, 2005). Alguns dos trabalhos falham em atender essa característica, impondo ao autor metáforas as quais ele não está habituado, tal como o *Semantic Word*. Por fim, é importante salientar que uma ferramenta de anotação útil deve permitir que o anotador torne explícita a semântica de suas anotações (AZOUAOU; DESMOULINS, 2005).

## 5 ARARA: AUTORIA DE OBJETOS DIGITAIS COMPLEXOS BASEADA EM DOCUMENTOS

Este capítulo apresenta uma metodologia para a autoria de objetos digitais complexos, tendo como princípios o uso de documentos produzidos em processadores de textos e a anotação semântica de conteúdo. Baseado em uma estratégia mais ampla, denominada Semântica *In Loco* (SANTANCHÈ, 2007), a contribuição deste trabalho consiste: (i) na definição de um processo de autoria de material pedagógico para *e-learning*, associando um padrão de anotação, que faz uso da funcionalidade de estilos, a aspectos semânticos da especificação IMS *Learning Design*; (ii) o desenvolvimento de um sistema de software que implementa este processo, onde estão inclusos um módulo de extração de conteúdo e metadados associado a outro módulo para a montagem de objetos de aprendizagem.

As próximas seções fornecem uma visão geral do cenário de aplicação deste trabalho e detalham suas características de projeto e desenvolvimento, além disso, destacam-se as principais contribuições.

### 5.1 CENÁRIO

A necessidade de definir uma metodologia para a autoria de objetos digitais complexos surgiu diante da identificação de algumas limitações encontradas no processo convencional de produção de conteúdo educacional digital – abordado no Capítulo 2. A autoria de ODCs é muitas vezes uma atividade onerosa, principalmente nos quesitos tempo e custo (EL SADDIK e outros, 2001). Esta atividade exige, ainda, o domínio de aspectos alheios ao contexto pedagógico, por exemplo, o manuseio de ferramentas específicas para a criação de páginas HTML e para a anotação de conteúdo, tornando-se um fator que pode contribuir para o excesso de novas metáforas e ferramentas, além de gerar a dependência de outros profissionais, tal como o *webdesigner* (VITALI, 2003).

No cenário atual da Educação, a Web tem cumprido um papel de crescente importância, proporcionando novas estratégias de aprendizado (BRUSILOVSKY e outros, 1996). A multiplicação das ferramentas aliada ao potencial de conectividade proporcionado pela Web intensificaram demandas antigas, tais como:

- a) A integração entre os sistemas de software educacionais existentes;
- b) O desenvolvimento de sistemas automatizados e padronizados de autoria e criação (AROYO; DICHEVA, 2004);

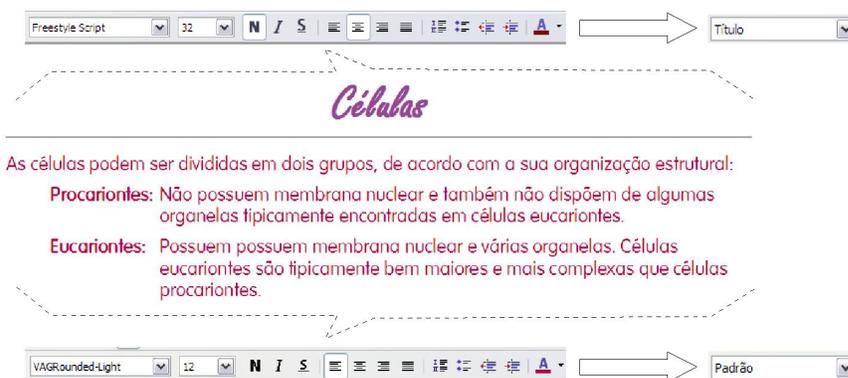
- c) A necessidade de otimizar o processo de produção, explorando novas formas de reuso do conteúdo digital (EL SADDIK e outros, 2001).

No sentido de contribuir na solução de tais desafios, projetou-se uma solução em que o autor possa produzir conteúdo na forma de um objeto digital complexo que siga padrões abertos de interoperabilidade. Tal produção será feita a partir de um documento elaborado em um processador de texto, sem a necessidade de outra ferramenta de autoria. Para isso, definiu-se um padrão de anotação, baseado no uso de estilos, a ser utilizado durante a produção do documento, servindo de base para a extração e conversão de informações úteis.

## 5.2 VISÃO GERAL

A fim de fornecer uma visão introdutória ao tema, esta seção partirá de um exemplo prático de aplicação, considerando que o autor de um material pedagógico deseja produzir um objeto de aprendizagem, conforme os padrões abertos apresentados no Capítulo 2. Esse autor abrirá um documento modelo (*template*) que possui um conjunto pré-definido de estilos. Cada vez que ele utiliza um estilo em um trecho do texto, está implicitamente realizando uma anotação no segmento de texto específico. Depois de produzir o documento, o autor submete o texto para uma ferramenta que o converterá em um ODC. O processo de conversão possui duas etapas: primeiro um módulo de extração de informações obtém cada fragmento e o seu respectivo estilo; esses fragmentos e estilos são entregues para um segundo módulo, responsável por organizar o conteúdo e montar o objeto de aprendizagem, de acordo com padrões de semântica e interoperabilidade definidos anteriormente.

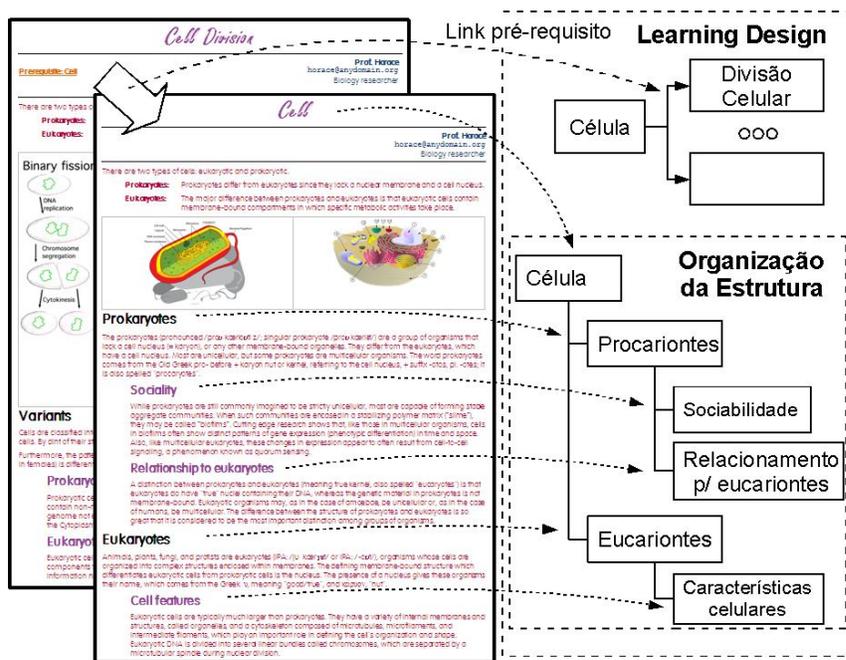
Por exemplo, o trecho de um material pedagógico cujo título é “Cell” é marcado pelo estilo {Title} que, além de atribuir a formatação de fonte, permite a extração da instância de metadados (Title, Cell) – conforme mostra a Figura 29.



**Figura 29** - Exemplo da aplicação de estilos em um material pedagógico

De maneira geral, é possível inferir a maior parte dos elementos de um objeto de aprendizagem a partir de um documento texto. Seguindo a classificação de Azouaou e Desmoulins (2005), apresentada na Seção 3.3, é possível se extrair dados da estrutura física e lógica do documento (títulos, subtítulos, fonte etc.) e também anotações pedagógicas: organização das aulas, pré-requisitos etc.

A Figura 30 ilustra um exemplo de como um documento anotado pode produzir um objeto digital complexo na forma de objeto de aprendizagem. Para isso, foi definido um conjunto completo de estilos que pode ser mapeado para a estrutura de um OA. Os títulos e subtítulos do documento “Cell” são convertidos na estrutura de organização hierárquica do OA, conforme o padrão de empacotamento IMS CP (ver Seção 2.4.2), ilustrada na figura abaixo.



**Figura 30 - Conversão de anotações na estrutura de um ODC baseado no IMS LD**

Na figura pode-se visualizar uma ligação (*link*) entre o documento intitulado “Cell Division” com o documento intitulado “Cell”. Isso é possível, pelo uso de um estilo {Pré-requisito}, associado a um conceito do padrão IMS *Learning Design* (IMS LD, 2003a; KOPER, 2005), indicando que o conteúdo do texto “Cell” é pré-requisito para a compreensão do texto “Cell Division”.

O produto resultante deste processo de autoria é um ODC gerado de acordo com padrões de interoperabilidade de objetos de aprendizagem. O objeto pode ser executado ou

editado por uma ferramenta específica ou ainda publicado em um ambiente virtual de aprendizagem.

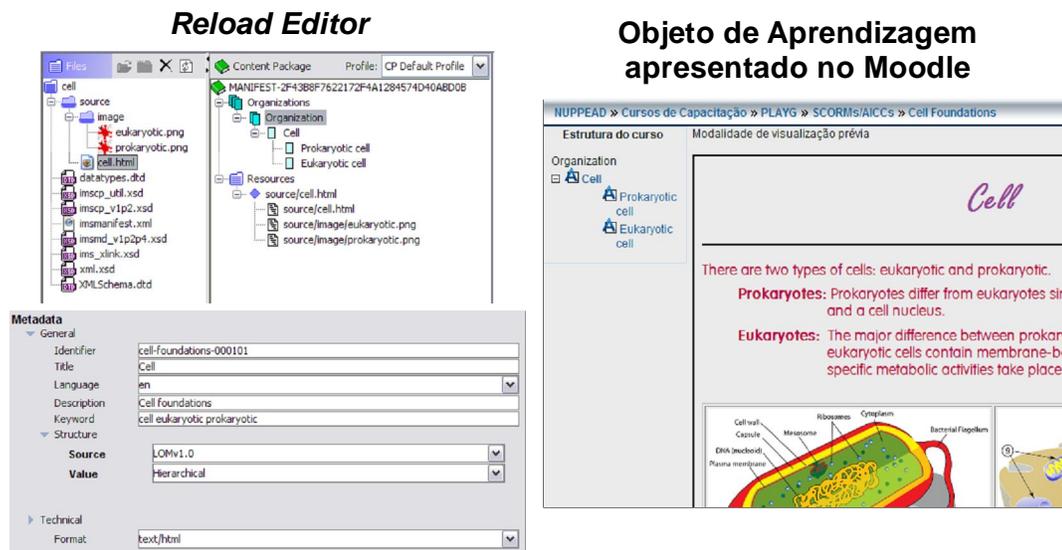


Figura 31 - Ferramentas de edição, execução e apresentação de um OA

A Figura 31 mostra a interface de edição de um OA em uma ferramenta especializada, chamada *Reload Editor* (<http://www.reload.ac.uk/>), e de sua apresentação em um AVA, o *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (Moodle<sup>4</sup>). Atualmente, ambientes virtuais de aprendizagem, tal como o Moodle, são capazes de reconhecer a estrutura interna de um objeto de aprendizagem, apresentando seu conteúdo conforme a organização definida no mesmo.

### 5.3 SEMÂNTICA IN LOCO

Por trás da solução descrita na seção anterior está a Semântica *In Loco*, que é uma abordagem para produção de anotações com semântica interoperável e associada a recursos digitais (SANTANCHÈ, 2007). Trata-se de uma metodologia de anotação aplicável a diversos tipos de conteúdo e apta a ser utilizada pelas ferramentas de produtividade (e.g., processador de texto, planilha eletrônica etc.), uma vez que se baseia em padrões de anotação em vez de formatos ou *plugins* específicos. Seus princípios básicos são:

- a) **Anotação *in loco***: registro de metadados concomitante à produção de conteúdo;
- b) **Integração de metáforas**: consequência natural do princípio anterior, tendo em vista o uso de um único ambiente para a produção de conteúdo e registro de metadados;
- c) **Interoperabilidade**: adoção de padrões de interoperabilidade bem definidos;

<sup>4</sup> Disponível em: <<http://www.moodle.org>>.

- d) **Persistência semântica:** as anotações *in loco* são associadas a ontologias unificadoras, que garantem interpretações equivalentes das anotações em diferentes contextos de uso.

### 5.3.1 Padrões de Anotação

A anotação *in loco* se baseia no princípio dos padrões de anotação, que podem ser compreendidos como algum comportamento padronizado na produção do conteúdo, que resulte em um enriquecimento semântico do conteúdo produzido. Tal enriquecimento semântico é passível de interpretação por computadores.

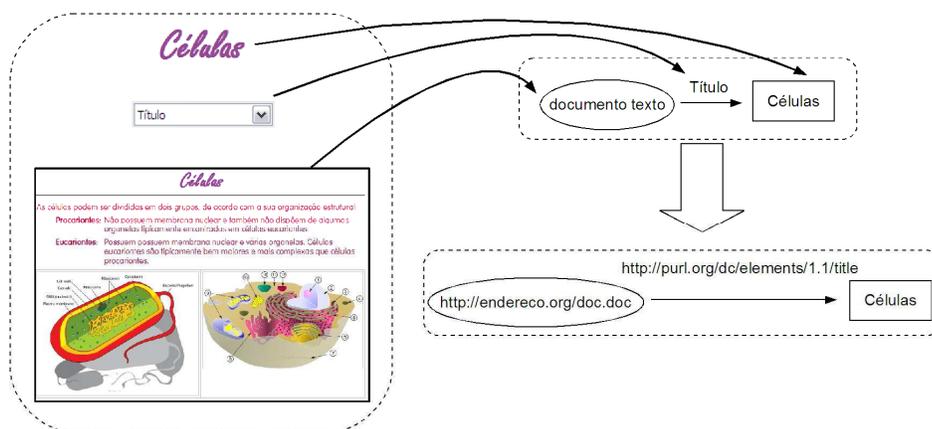
O uso de estilos durante a produção de conteúdo foi classificado, por exemplo, como um típico padrão de anotação que, inclusive, é usado por diversas iniciativas apresentadas no capítulo anterior (*Komposer Suite*, QBLS e THDL). Ao contrário destas iniciativas, a Semântica *In Loco* não se restringe a um tipo específico de padrão de anotação, tal como o de estilos. A seguir são apresentados os padrões de anotação catalogados até o momento:

- 1) **Marcação** – padrão de anotação em que a anotação é associada a um segmento delimitado de texto;
  - 1.1) **Estilo** – a marcação do texto é realizada por estilos;
    - 1.1.1) **Flat** – todos os estilos são definidos no mesmo nível (estratégia usada pelo *Microsoft Office*);
    - 1.1.2) **Hierárquico** – estilos podem ser organizados em categorias e subcategorias (estratégia usada pelo *OpenOffice*);
  - 1.2) **Rótulo** – um rótulo único é associado a um texto marcado; por exemplo, em planilhas eletrônicas é possível atribuir um rótulo a uma célula.
  - 1.3) **Marcadores** – utiliza marcadores explícitos, tais como os microformatos (ALLSOPP, 2007);
- 2) **Baseado em estruturas** – padrão de anotação cuja interpretação deriva da estrutura que organiza o conteúdo anotado;
  - 2.1) **Tabela** – utiliza uma tabela como estrutura de suporte;
    - 2.1.1) **Horizontal** – associa pares de propriedade e valor a partir de células adjacentes na horizontal, por exemplo, a estratégia utilizada pelo THDL (ver Seção 4.3) em que o usuário preenche uma tabela com metadados;
    - 2.1.2) **Vertical** – o mesmo que o anterior, porém, na vertical;

- 2.2) **Par** – se baseia em pares de dados separados por um marcador de separação, por exemplo, o caractere dois pontos ou vírgula;
- 3) **Mix** – combina os padrões anteriores;
- 3.1) **Foco baseado em estilo** – o estilo indica que parte do documento deve ser considerada na análise do padrão de anotação, por exemplo, a aplicação de um estilo no título de uma tabela pode indicar que ela deve ser analisada baseada em sua estrutura.

Para que um padrão de anotação possa ser reconhecido automaticamente sob a ótica da Semântica *In Loco* é necessário que seja possível associar cada anotação com uma tripla: recurso-propriedade-valor em RDF, conforme foi apresentado na Seção 3.2.1.

A Figura 32 representa graficamente um exemplo de adoção dos princípios da Semântica *in Loco*, através da associação de um conteúdo produzido no processador de texto *Microsoft Word* aos estilos do documento e a sua caracterização através da tripla base do modelo RDF.



**Figura 32** - Associação do conteúdo aos estilos e sua representação em RDF

### 5.3.2 Etapas de Implantação

A Semântica *In Loco* pode ser adotada no processo de autoria de objetos digitais complexos, tendo como benefícios principais o aumento da interoperabilidade e do reuso, a redução de ferramentas, metáforas e, conseqüentemente, do esforço empregado nesse processo.

Segundo Santanchè (2007), a implantação da Semântica *In Loco* se dá conforme as seguintes etapas:

- a) **Etapa 1** – Seleção dos metadados utilizados na anotação;
- b) **Etapa 2** – Definição de um padrão de anotação que possa ser identificado automaticamente por uma ferramenta de extração;

c) **Etapa 3** – Desenvolvimento de uma ferramenta de extração e conversão.

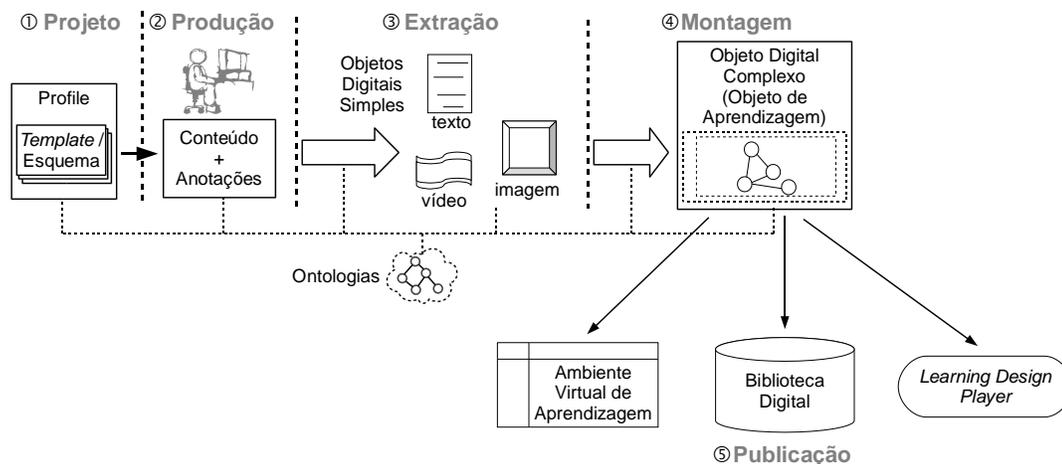
Neste trabalho, a Semântica *In Loco* foi explorada em um subconjunto aplicável a documentos produzidos em processadores de texto. A etapa 1 se deu pela criação de estilos com base nos elementos do IMS LD (Quadro 5), que descrevem informações sobre a autoria e o conteúdo da Unidade de Aprendizagem (título, atividades de aprendizagem, pré-requisitos etc.), o padrão adotado relativo à etapa 2 consiste na aplicação de estilos em caracteres ou parágrafos de um texto (Figura 29) e a etapa 3 envolveu a análise, projeto e desenvolvimento do ambiente ARARA (Figura 38) para geração de um objeto digital complexo (uma UA), através da extração das anotações e sua associação com um modelo conceitual do IMS LD.

#### 5.4 PROCESSO DE AUTORIA DE OBJETOS DIGITAIS COMPLEXOS

Com base nas etapas de implantação da Semântica *In Loco* e no processo de autoria convencional de objetos digitais complexos, definiu-se um processo para produção e anotação semântica de conteúdo para *e-learning*. Nesse processo o autor atua na produção de conteúdo concomitantemente à definição de metadados, isto é, em um mesmo ambiente são realizadas ambas as atividades.

A metodologia para a autoria de objetos digitais complexos baseada em documentos através da anotação semântica de conteúdo, ora denominada ARARA, permite que um autor produza um ODC a partir de um documento de texto, sem a necessidade de uso posterior de ferramentas de autoria. Padrões de anotação utilizados no documento orientam ferramentas de extração de informação e conversão para a organização do conteúdo e montagem do objeto.

A Figura 33 mostra um diagrama do processo de autoria de objetos digitais complexos da metodologia ARARA. No início do processo (etapa 1 – Projeto) estão os *templates* projetados para a produção do ODC. O autor carrega estes *templates* e faz uso de alguma ferramenta de produtividade para a produção e anotação de conteúdo (etapa 2 – Produção) – neste trabalho, o processador de texto. Na etapa 3 – Extração, é realizada a extração deste conteúdo, representado por um conjunto de artefatos digitais individuais (hipertexto, imagem etc.), e os metadados derivados da anotação semântica realizada concomitantemente à produção do conteúdo. Na etapa 4 – Montagem, efetua-se a conversão e montagem automática de um objeto digital complexo que segue o padrão de interoperabilidade para UAs (IMS CP e IMS LD). Por fim, na etapa 5 – Publicação, realiza-se a publicação deste objeto em um repositório (e.g., biblioteca digital ou ambiente virtual de aprendizagem). Todo o processo é associado a uma ontologia denominada, neste trabalho, de ontologia unificadora.

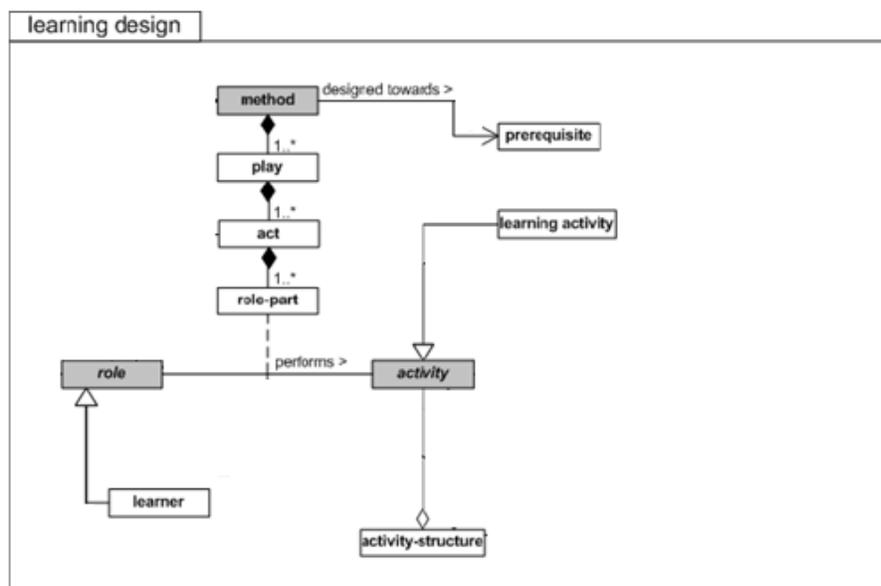


**Figura 33** - Processo de autoria de objetos digitais complexos da metodologia ARARA

## 5.5 ESQUEMA CONCEITUAL

Para subsidiar a construção dos estilos que guiam os padrões de anotação, a definição das ontologias, bem como o formato do ODC final, foi adotada a estrutura conceitual do IMS *Learning Design* (IMS LD, 2003a) e o formato de empacotamento do IMS CP.

Um subconjunto dos elementos pertencentes à estrutura do IMS LD (ver Seção 2.4.4) forma o esquema conceitual adotado neste trabalho, conforme mostra a Figura 34. Tais elementos dispõem de uma representação padronizada no formato XML, o que possibilita o uso de ferramentas de software para testes e execução.



**Figura 34** - Esquema conceitual do IMS Learning Design  
Fonte: IMS LD (2003a).

A estratégia da Semântica *In Loco* tem suas bases fundamentadas em padrões de interoperabilidade semântica (RDF e OWL) cujas especificações ainda são preliminares e não dispõem de ferramentas para a sua validação. Por este motivo, adotaram-se neste trabalho dois caminhos paralelos: por um lado as anotações são convertidas no formato XML a fim de validar a solução com ferramentas de execução em AVAs, por outro lado, foram gerados metadados no formato RDF/OWL, conforme a concepção original da Semântica *In Loco*.

Os estilos utilizados para a marcação do conteúdo produzido foram nomeados com base na especificação do IMS LD. O Quadro 5 contém o mapeamento feito entre os estilos criados e o respectivo elemento dessa especificação.

Estilo do Documento	Elemento(s) do IMS LD	Descrição
ILS Title Document	<imsld:learning-design ... <imsld:title></imsld:title> </imsld:learning-design>	O título do documento corresponde ao título da Unidade de Aprendizagem.
ILS Title Section	<imsld:learning-activity ... <imsld:title></imsld:title> </imsld:learning-activity>	O título de cada seção do documento corresponde ao título das atividades de aprendizagem.
ILS Content Section	<resource ... <file href="file.html" /> </resource>	O conteúdo de cada seção do documento corresponde a um recurso (e.g., arquivo HTML) da atividade de aprendizagem.
ILS Learner	<imsld:roles> <imsld:learner ...> <imsld:title></imsld:title> </imsld:learner> </imsld:roles>	Para cada seção do documento deve-se informar qual(is) o(s) papel(éis) a que se destina, ou seja, que poderá(ão) visualizá-la. Este dado deve ser informado antes do título da seção. Por exemplo, "Educador" e "Técnico" são papéis de estudantes distintos.
ILS Prerequisite	<imsld:prerequisites> <imsld:title></imsld:title> <imsld:item identifier="id" /> </imsld:prerequisites>	Se necessário, pode-se informar qual seção é pré-requisito para acesso de uma determinada seção do documento.

**Quadro 5** - Mapeamento estilos e elementos do IMS LD

A versão em RDF/OWL baseou-se em propostas de Amorim e outros (2006) e Knight e outros (2006) para a criação de uma ontologia do IMS LD. Seguindo a lógica de ontologias OWL, o esquema conceitual da Figura 34 foi representado na forma de uma hierarquia de classes e propriedades relacionadas. A Figura 35 apresenta um segmento desta hierarquia em uma ferramenta para edição de ontologias em OWL chamada Protege (<http://protege.stanford.edu/>).



**Figura 35** - Hierarquia de classes da ontologia subparte do IMS LD

## 5.6 FERRAMENTA DE EXTRAÇÃO E CONVERSÃO

Para a extração do conteúdo e dos metadados e conversão destes em um ODC, foi desenvolvido um protótipo de software livre em ambiente Web. Como entrada desta ferramenta, deve ser informado um documento produzido em um processador de texto. O processamento realizado consiste na geração do ODC e como saída são fornecidos os artefatos (pacote compactado, manifesto XML, arquivos etc.) para *download*.

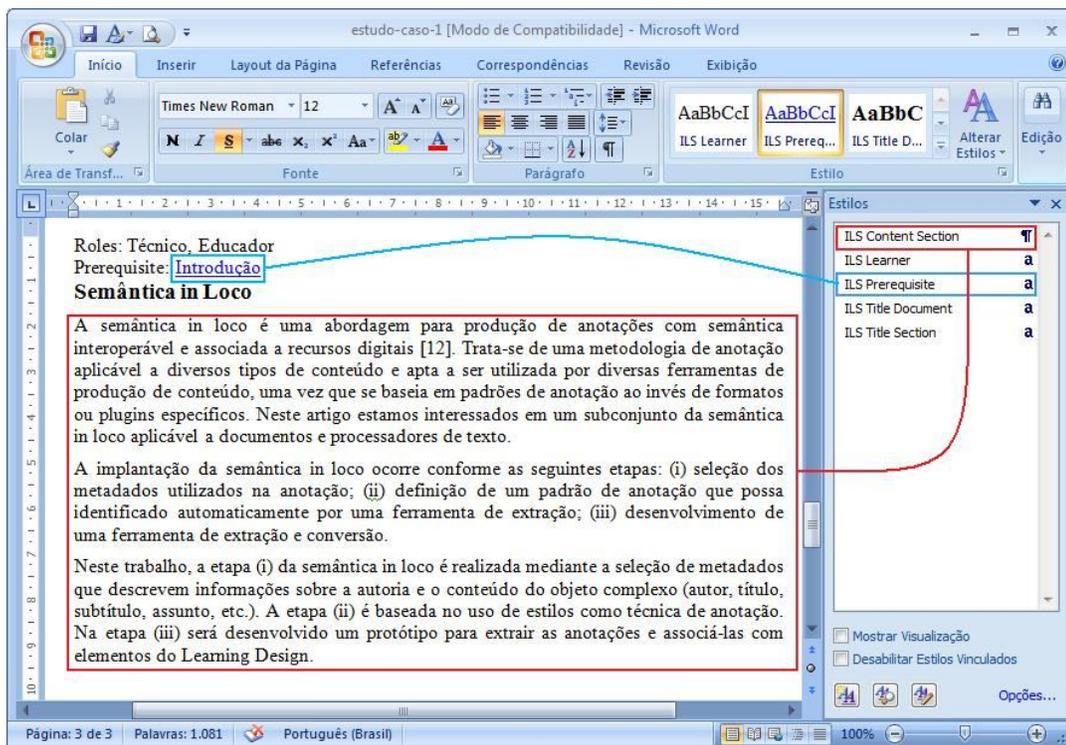
O protótipo realiza a geração de Unidades de Aprendizagem do IMS *Learning Design*. O mesmo consiste em uma extensão do *Document Data Extractor* (DDEx), um aplicativo de software que efetua a extração de conteúdos marcados em documentos permitindo a sua organização em um formato aberto e interoperável (MOTA, 2008). O DDEx exporta dados obtidos de documentos, nos mais diferentes formatos, para que estes sejam utilizados em diversos cenários. Para maiores informações sobre a organização e funcionamento do aplicativo, deve-se consultar Mota (2008).

A conversão ou montagem do ODC é feita tomando como base um arquivo XML que descreve o mapeamento entre as anotações e as triplas RDF ou os elementos do objeto complexo a ser montado, conforme o contexto. Tal arquivo de mapeamento é outro diferencial em relação às demais soluções, dado que a lógica de conversão anotação-estrutura é exposta no arquivo de mapeamento e pode ser estendida, adaptada e modificada.



Seguindo o mapeamento apresentado no Quadro 5, cada seção do documento corresponde a uma atividade de aprendizagem (*learning activity*) do IMS LD, sendo seu título identificado pelo estilo “ILS Title Section” – na Figura 36 corresponde a “Introdução”. Nota-se, que antes do título da seção são descritos os papéis dos estudantes (elemento <learner> do IMS LD) que terão acesso à atividade de aprendizagem. Neste caso, foram descritos dois papéis distintos, baseados em seus perfis de especialização: (i) técnico – papel relacionado ao perfil de um técnico ou especialista em informática; (ii) educador – papel relacionado ao perfil de um especialista em educação. Com isso, é possível, por exemplo, personalizar a navegação no curso de acordo com o papel selecionado.

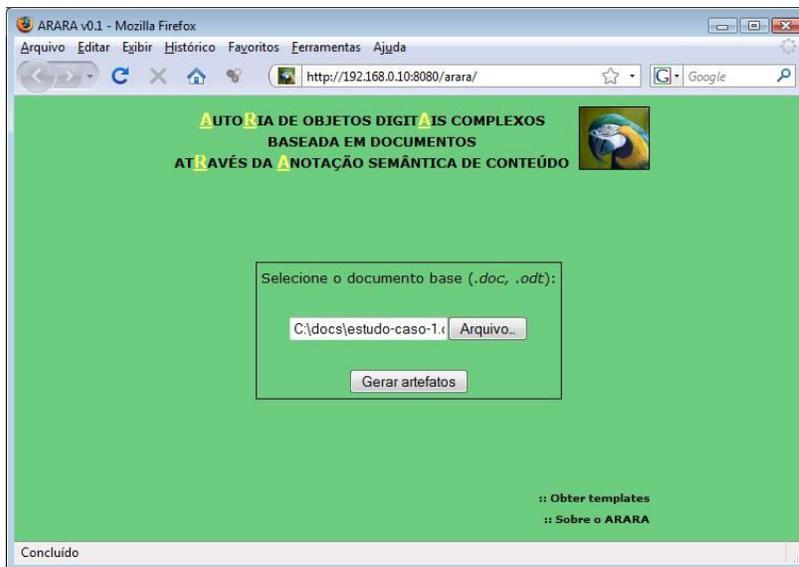
A Figura 37 mostra a continuação desse processo de anotação, onde as áreas em destaque referem-se ao conteúdo da seção “Semântica *In Loco*”, marcado com o estilo “ILS Content Section” e ao pré-requisito desta seção, ou seja, nos termos do IMS LD, qual atividade de aprendizagem deve ser completada para poder visualizá-la. O pré-requisito é marcado com o estilo “ILS Prerequisite” e relacionado com a seção correspondente através da funcionalidade de *hyperlink* do processador de texto.



**Figura 37** - Anotação de conteúdo com os estilos definidos pela metodologia ARARA

O uso de *links* marcados com estilos permite a construção de relações com semântica associada entre diferentes documentos. Desse modo é possível construir cursos compostos de vários documentos relacionando-os apenas com o processador de textos.

Concluída esta etapa, inicia-se a fase de extração da estrutura do documento e a sua conversão em um objeto digital complexo. No protótipo desenvolvido o autor do documento seleciona seu arquivo e o submete a um processamento, que consiste na extração do conteúdo anotado (e.g., título do documento, conteúdo da seção etc) e montagem do ODC, através da associação de anotações com elementos do IMS LD. A Figura 38 mostra a interface inicial do protótipo.

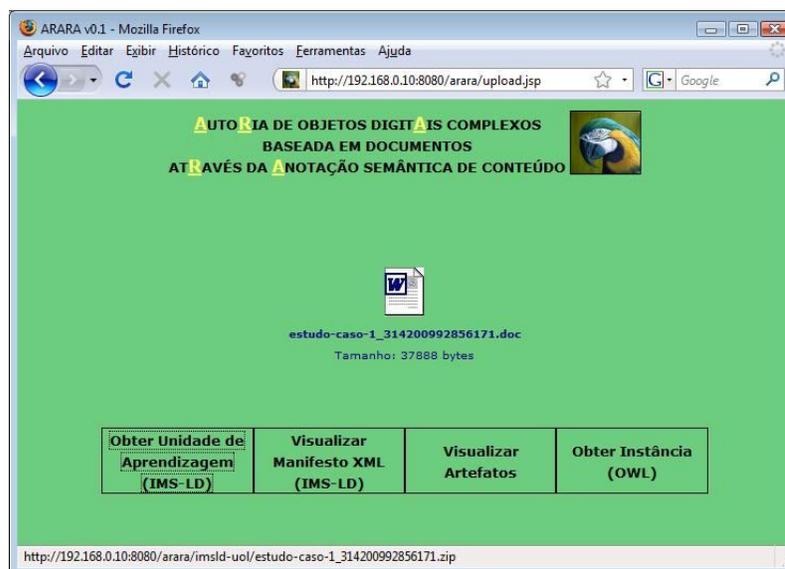


**Figura 38** - Ambiente Web para geração de artefatos da metodologia ARARA

Após o processamento, é fornecida uma nova interface onde é possível a execução de quatro operações sobre os artefatos gerados:

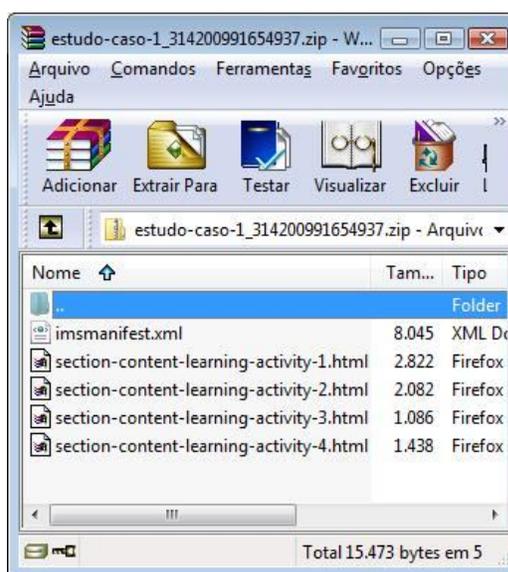
- a) Obter Unidade de Aprendizagem: inicia-se o *download* da Unidade de Aprendizagem gerada.
- b) Visualizar Manifesto XML: é aberto no navegador o arquivo XML referente ao manifesto gerado.
- c) Visualizar Artefatos: é possível listar e visualizar os artefatos gerados (e.g., arquivos HTML, imagens etc).
- d) Obter Instância OWL: inicia-se o *download* da instância OWL referente a ontologia do IMS LD adotada.

A Figura 39 mostra a interface com as funcionalidades que podem ser executadas sob o resultado do processamento de extração e conversão.



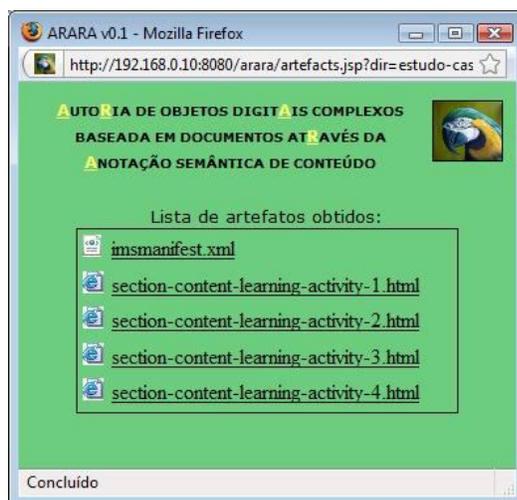
**Figura 39** - Resultado do processamento de extração e conversão

A Unidade de Aprendizagem segue o padrão de empacotamento do IMS CP que estabelece o encapsulamento dos artefatos digitais em um arquivo compacto no formato ZIP. A Figura 40 mostra o conteúdo da Unidade de Aprendizagem obtida, apresentado por um programa que desempacota e apresenta a estrutura interna de arquivos compactados. Nota-se que este pacote possui o manifesto (*imsmanifest.xml*) que detém os metadados, relaciona os artefatos do pacote e descreve a estrutura e organização da UA. O conteúdo de cada seção do documento foi convertido em arquivos no formato HTML.



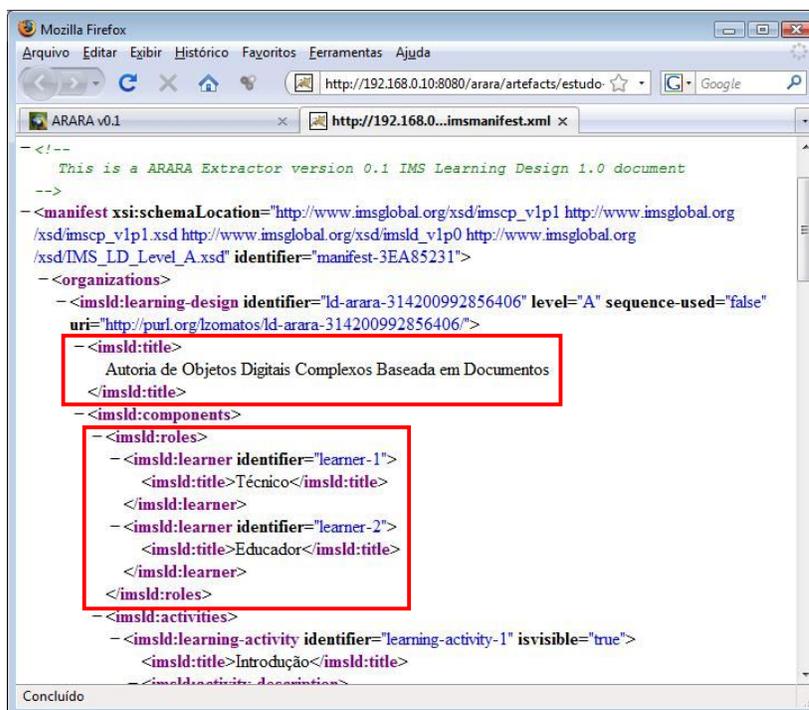
**Figura 40** - Conteúdo da Unidade de Aprendizagem

A Figura 41 mostra a interface de visualização dos artefatos. Nela é possível que o autor navegue nos artefatos gerados através da interface Web do sistema.



**Figura 41** - Visualização dos artefatos gerados

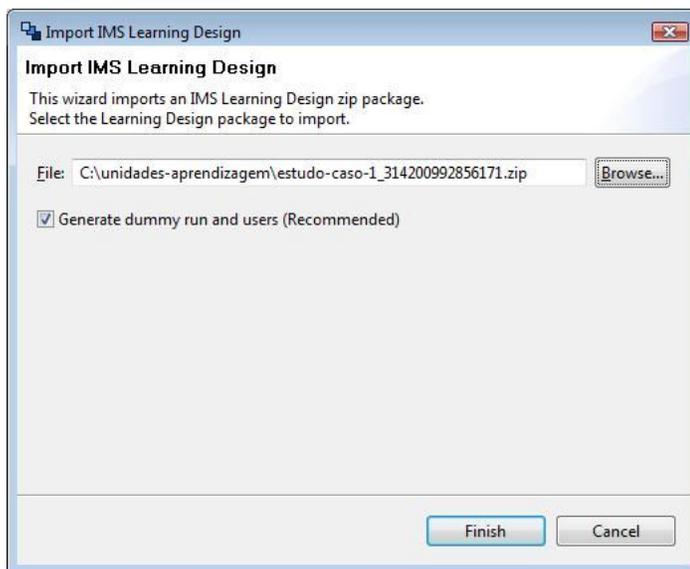
A Figura 42 mostra o conteúdo do manifesto gerado. Nas áreas em destaque nota-se a representação dos elementos do IMS LD e o conteúdo obtido do documento. Sendo que, os trechos do texto anotados na Figura 36, com o estilo ILS Learner, são convertidos em papéis (*roles*) no arquivo do IMS LD. O mesmo acontece com o título e os demais elementos.



**Figura 42** - Manifesto XML que descreve a estrutura e o conteúdo da UA

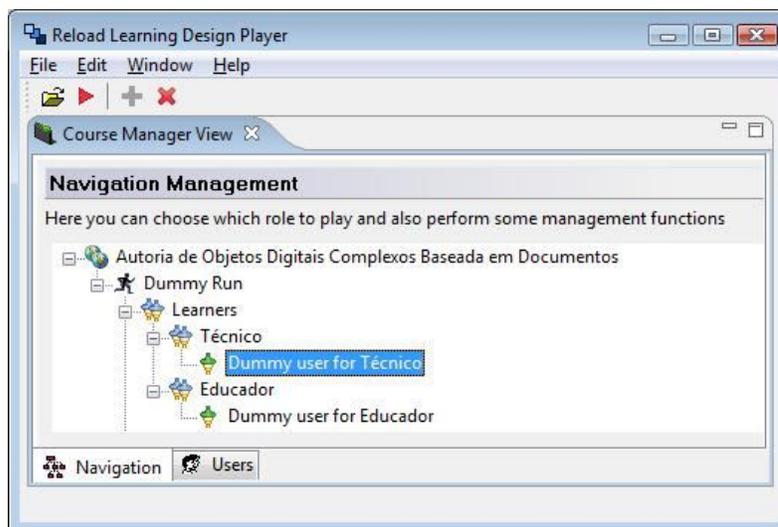
O conteúdo completo do documento apresentado na Figura 42 está disponível no Apêndice C deste trabalho.

Uma vez concluída a produção da Unidade de Aprendizagem pode-se importá-la em uma ferramenta de execução, por exemplo, o *Reload LD Player* (ferramenta de execução de Unidades de Aprendizagem do padrão IMS LD, parte do *Reload Project* – <http://www.reload.ac.uk>). A Figura 43 mostra a interface de importação dessa aplicação.



**Figura 43** - Importação da Unidade de Aprendizagem no *Reload LD Player*

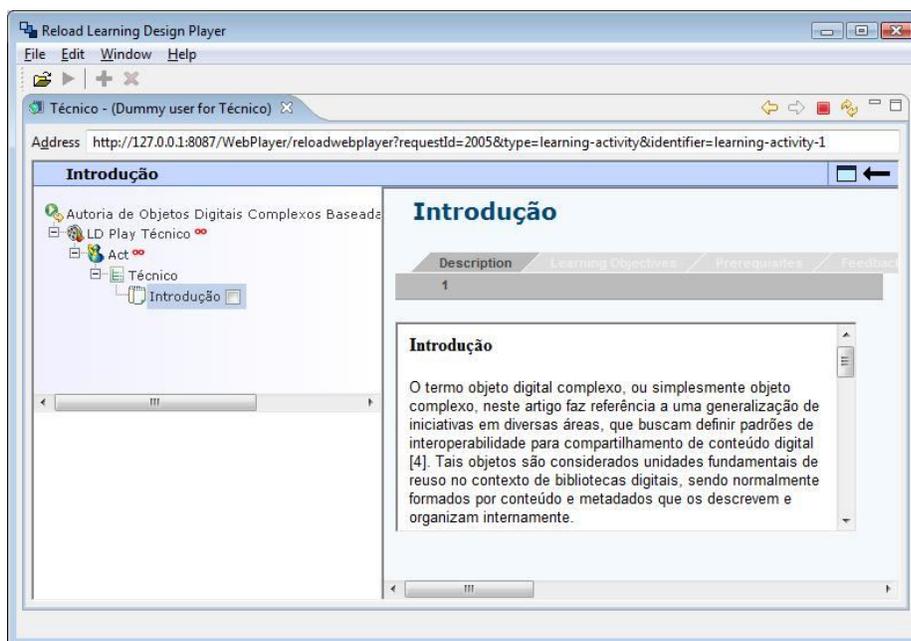
Após ter sido importada, a estrutura interna da unidade pode ser visualizada como, por exemplo, o título e os papéis definidos no documento. A Figura 44 mostra uma visualização destes dados da Unidade de Aprendizagem, no *Reload LD Player*.



**Figura 44** - Visualização de dados da Unidade de Aprendizagem no *Reload LD Player*

O *Reload LD Player* possui um navegador interno, onde é possível acessar os recursos ou artefatos referentes às atividades de aprendizagem. É criado um perfil diferenciado para cada papel definido no documento. Além disso, a ferramenta gerencia a execução do acesso

ao conteúdo, conforme foi planejado no projeto pedagógico (*learning design*). A Figura 45 mostra a execução da Unidade de Aprendizagem no *Reload LD Player*.



**Figura 45** - Execução da Unidade de Aprendizagem no *Reload LD Player*

Na Figura 46, lado esquerdo, é possível visualizar a sequência de execução entre as lições. E inclusive, a indicação de que a atividade de aprendizagem intitulada “Semântica in Loco” possui um pré-requisito – que é a atividade de aprendizagem “Introdução”. A ferramenta de execução trata de apresentar o módulo “Semântica In Loco” somente após o participante (ou aluno) ter visualizado e completado o módulo “Introdução”.



**Figura 46** - Visualização dos pré-requisitos da UA no *Reload LD Player*

Da mesma maneira que a Unidade de Aprendizagem foi executada no *Reload LD Player*, ela pode ser apresentada como um curso em um ambiente virtual de aprendizagem.

## 5.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresentou uma metodologia para a autoria de objetos digitais complexos, tendo como princípios o uso de documentos produzidos em processadores de textos e a anotação semântica de conteúdo, denominada ARARA.

O Quadro 6 apresenta as características da metodologia proposta neste trabalho, efetuando uma comparação com os trabalhos relacionados (ver Capítulo 4). A metodologia ARARA suporta documentos dos principais processadores de texto da atualidade, sendo as anotações armazenadas no próprio documento. O procedimento para realização da anotação é manual, porém, a geração do ODC (extração e conversão) é feita de maneira automática através do protótipo desenvolvido. A metodologia é independente de plataforma de software específica, faz uso de estilos para a anotação, usa padrões para objetos digitais complexos no domínio da educação, adota padrões de interoperabilidade sintática e semântica e não exige instalação adicional. Por fim, seu contexto de desenvolvimento é o acadêmico.

REQUISITOS	TRABALHOS RELACIONADOS				ARARA
	Komposer (GTK PRESS, 2008)	Question Based Learning System (DEHORS e outros, 2006)	Tibetan and Himalayan Digital Library Markup (THDL, 2009)	Semantic Word (TALLIS, 2003)	
Documentos suportados	.doc	.doc, .odt, .odp	.doc	.doc	.doc, .odt
Armazenamento das anotações	Próprio documento	Próprio documento	Próprio documento	Ontologia	Próprio documento
Procedimento para realizar anotação	Manual	Manual	Manual	Semi-automático	Manual
Procedimento para extração/conversão	Automático	Automático	Semi-automático	Automático	Automático
Independência de plataforma		✓			✓
Uso de estilos	✓	✓	✓		✓
Especializado no domínio educacional	✓	✓	Não		✓, extensível a outros domínios
Uso de padrões de interoperabilidade sintática	✓ XML	✓ XML	✓ XML	✓ XML	✓ XML
Uso de padrões de interoperabilidade de domínio	✓ SCORM, IMS-CP e LOM				✓ SCORM, IMS CP e IMS LD
Uso de padrões de interoperabilidade semântica		✓ RDF		✓ DAML	✓ RDF e OWL
Instalação adicional	✓	✓		✓	
Contexto desenvolvimento	Comercial	Acadêmico	Acadêmico	Acadêmico	Acadêmico

**Quadro 6 -** Comparação entre os trabalhos relacionados e a metodologia ARARA

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 6.1 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma solução para a autoria de objetos digitais complexos baseada em documentos, partindo de uma abordagem denominada Semântica *In Loco*. Para isso, foi definida uma metodologia composta por um processo otimizado de autoria de ODCs, um padrão de anotação baseado no uso de estilos e uma ferramenta de extração e conversão de conteúdo e metadados.

Ao longo do texto foram tratados os elementos fundamentais para o trabalho, partindo da contextualização e objetivos apresentados no Capítulo 1. Os termos e definições sobre objetos digitais complexos foram detalhados no Capítulo 2, a fim de fornecer maior compreensão sobre o tema. Neste capítulo foi destacada a representação de ODCs por padrões abertos de interoperabilidade, enfatizando-se os utilizados na área educacional (LOM, SCORM, IMS CP e IMS LD). No Capítulo 2 também foi descrito o processo convencional de autoria de ODCs, que separa a produção de conteúdo e a definição de metadados, tornando explícitos os problemas encontrados pelo autor/professor e que formam a motivação deste trabalho: atividade onerosa (em tempo e custo); adição de novos termos, ferramentas e procedimentos ao processo de autoria; alta dependência de especialistas em informática (e.g., *webdesigner*). Para relacionar esse processo com o domínio educacional, foi feito um paralelo com o ciclo de vida para *Learning Design* proposto por Paquette e outros (2005).

No Capítulo 3 deste trabalho foram abordados a organização de conteúdo em processadores de texto e os tipos de marcação que podem ser realizadas em documentos produzidos nestes aplicativos. A anotação semântica de conteúdo foi apresentada juntamente com a argumentação de que o uso da funcionalidade de estilos em um processador de texto pode ser estendido e utilizado para aumentar a semântica de um documento. O Capítulo 4 apresentou quatro trabalhos relacionados à proposta desta dissertação: *Komposer Suite*, *QBLS*, mecanismo de marcação da *THDL* e *Semantic Word*. A avaliação destes trabalhos contribuiu para a identificação de requisitos existentes em ferramentas de autoria de ODCs e anotação semântica, fazendo com que a comparação entre os trabalhos relacionados e o desenvolvido nesta dissertação fosse possível de ser realizada.

Por fim, o Capítulo 5 apresentou a metodologia *ARARA*. Desenvolvida para a autoria de objetos digitais complexos, tendo como princípios o uso de documentos produzidos em processadores de textos e a anotação semântica de conteúdo. A metodologia *ARARA* consiste

de um processo otimizado para a autoria de ODCs, uma ferramenta de extração e conversão destes objetos e um padrão de anotação baseado no uso de estilos. De acordo com os critérios identificados durante a pesquisa dos trabalhos relacionados, a metodologia ARARA visa principalmente à redução dos esforços empregados no processo de autoria convencional.

O trabalho desenvolvido nesta dissertação se diferencia dos trabalhos relacionados principalmente nos seguintes aspectos:

- a) Ainda que o exemplo prático de uso da metodologia ARARA tenha utilizado a estratégia de estilos, observou-se que, por estar baseada na abordagem da Semântica *In Loco*, a mesma pode ser aplicada a outros padrões de anotação;
- b) Trata-se de um padrão aberto e extensível, aplicável não apenas ao domínio educacional, mas igualmente extensível para outros domínios de aplicação;
- c) Reúne, em uma única abordagem, a maioria dos critérios identificados nos demais trabalhos. Destacando-se pelo uso de padrões abertos de interoperabilidade sintática, de domínio e semântica.

As contribuições deste trabalho são listadas a seguir:

- a) Uma metodologia otimizada para a autoria de objetos digitais complexos, reduzindo o esforço dedicado ao processo de autoria convencional;
- b) Um padrão de anotação semântica para o domínio da Educação, utilizado na extração de conteúdo produzido em processadores de texto;
- c) Uma ferramenta de montagem automatizada de objetos digitais complexos na forma de Unidades de Aprendizagem do padrão IMS *Learning Design*, a partir de dados e metadados extraídos de documentos anotados;
- d) Sistematização das principais ferramentas de anotação semântica e autoria de objetos digitais complexos;
- e) Otimização do processo de criação de cursos em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs).

Durante o desenvolvimento da pesquisa foram identificadas algumas limitações, principalmente relacionadas ao uso de estilos (Quadro 3) e ao processo de anotação – por envolver uma atividade manual que, segundo Reeve e Han (2005), exige familiaridade do anotador com o domínio.

## 6.2 TRABALHOS FUTUROS

Os trabalhos futuros dizem respeito ao estudo e implementação de propostas relacionadas ao uso de tecnologias educacionais e que tenham como finalidade aperfeiçoar os resultados obtidos com esta dissertação, gerando, assim, novos resultados. Dentre as recomendações para trabalhos futuros, incluem-se:

- a) Avaliação da metodologia e do software na produção de conteúdo para um curso real;
- b) Adoção dos demais elementos do nível A do IMS LD (e.g., *staff*, *support activity* etc);
- c) Compatibilidade com outras ferramentas de produtividade (e.g., planilha eletrônica, edição e apresentação de *slides* etc.);
- d) Expandir a aplicação da metodologia para outros domínios e áreas do conhecimento, tais como gerenciamento de conteúdo, Ciência da Informação etc.

## REFERÊNCIAS

- ADL. **Sharable Content Object Reference Model (SCORM)**. 2. ed. 2004. Disponível em: <[www.adlnet.org/screens/shares/dsp\\_displayfile.cfm?fileid=992](http://www.adlnet.org/screens/shares/dsp_displayfile.cfm?fileid=992)>. Acesso em: 30 de jun. 2007.
- ALLSOPP, John. **Microformats: empowering your markup for web 2.0**. New York: Springer, 2007.
- AMORIM, Ricardo R. et al. A learning design ontology based on the IMS specification. **Educational Technology & Society**, v. 9, n. 1, p. 38-57, 2006.
- AROYO, Lora; DICHEVA, Darina. The new challenges for e-learning: the educational semantic web. **Educational Technology & Society**, v. 4, n. 7, p. 59-69, 2004.
- AZOUAOU, Faiçal; CHEN, Weiqin; DESMOULINS, Cyrille. Semantic annotation tools for learning material. In: **WORKSHOP ON APPLICATIONS OF SEMANTIC WEB TECHNOLOGIES FOR EDUCATIONAL ADAPTIVE HYPERMEDIA**, 3., 2004, Eindhoven. **Proceedings...** Eindhoven, 2004.
- AZOUAOU, Faiçal; DESMOULINS, Cyrille. Semantic annotation for the teacher: models for a computerized memory tool. In: **INTERNATIONAL WORKSHOP ON APPLICATIONS OF SEMANTIC WEB TECHNOLOGIES FOR E-LEARNING (AIED)**, 2005. Amsterdam. **Proceedings...** Amsterdam, 2005. p. 47-56.
- BARTZ, Janet. Great Idea, but how do I do it? A practical example of learning object creation using SGML/XML. In: GRIFFITHS, David et al. **Learning Design: a handbook on modelling and delivering networked education and training**. Springer-Verlag, p. 109-135, 2005.
- BEKAERT, Jeroen; HOCHSTENBACH, Patrick; SOMPEL, Herbert Van de. Using MPEG-21 DIDL to represent complex digital objects in the Los Alamos National Laboratory digital library. **D-Lib Magazine**, v. 9, n. 11, 2003.
- BEKAERT, Jeroen; DE KOONING, Emiel; VAN DE WALLE, Rik. Packaging models for the storage and distribution of complex digital objects in archival information systems: a review of MPEG-21 DID principles. **Multimedia Systems**, v. 10, n. 4, p. 286-301, 2005.
- BERNERS-LEE, Tim; HENDLER, James; LASSILA, Ora. The semantic web: a new form of web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. **Scientific American**, maio 2001. Disponível em: <<http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21>>. Acesso em: 02 de ago. de 2007.
- BRAA, Kristin; SANDAHL, Tone Irene. Standardization and flexibility in the distribution and exchange of documents. In: **INTERNATIONAL WORKING**

CONFERENCE ON INTEGRATION OF ENTERPRISE INFORMATION AND PROCESSES (IPIC), 1996, Massachusetts. **Proceedings...** . Massachusetts, 1996.

BRAY, Tim; HOLLANDER, Dave; LAYMAN, Andrew; TOBIN, Richard. **Namespaces in XML 1.0**. 2. ed. 2006. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/REC-xml-names/>>. Acesso em: 14 de abr. de 2009.

BRUSILOVSKY, Peter; SCHWARZ, Elmar; WEBER, Gerhard. A tool for developing adaptive electronic textbooks on WWW. In: WORLD CONFERENCE OF THE WEB SOCIETY (WebNet), 1996, San Francisco. **Proceedings...** . San Francisco, 1996.

BURNETT, Ian et al. MPEG-21: goals and achievements. **IEEE Multimedia**, v. 10, n. 4, p. 60-70, 2003.

CARR, Leslie et al., Wendy. the case for explicit knowledge in documents. In: ACM SYMPOSIUM ON DOCUMENT ENGINEERING (DocEng), 2004, Milwaukee. **Proceedings...** . Milwaukee, 2004. p. 90-98.

CIRAVEGNA, Fabio et al. Timely and non-intrusive active document annotation via adaptive information extraction. In: WORKSHOP ON SEMANTIC AUTHORING, ANNOTATION AND KNOWLEDGE MARKUP, 2002, Lyon. **Proceedings...** Lyon, 2002.

CCSDS. **Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS)**. CCSDS, 2002. Disponível em: <<http://www.ccsds.org/CCSDS/documents/650x0b1.pdf>>. Acesso em: 03 de mar. de 2008.

COOMBS, James H.; RENEAR, Allen H.; DEROSE, Steven J. Markup systems and the future of scholarly text processing. **Communications of the ACM**, v. 30, n. 11, p. 933-947, 1987.

DEHORS, Sylvain; FARON-ZUCKER, Catherine; KUNTZ, Rose Dieng. Reusing learning resources base don semantic web technologies. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGIES, 6., 2006, Kerkrade. **Proceedings...** . Kerkrade, 2006. p. 859-863.

DODGE, Bernie. **Some thoughts about webquests**. San Diego State University, 1995. Disponível em: <[http://webquest.sdsu.edu/about\\_webquests.html](http://webquest.sdsu.edu/about_webquests.html)>. Acesso em: 12 de jun. de 2008.

DUTRA, Renato Luís de Souza; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. Objetos de aprendizagem: uma comparação entre SCORM e IMS Learning Design. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 4, n. 1, 2006.

EL SADDIK, Abdulmotaleb; FISCHER, Stephan; STEINMETZ, Ralf. Reusability and adaptability of interactive resources in web-based educational systems. **ACM Journal of Educational Resources in Computing**, v. 1, n. 1, 2001.

EUZENAT, Jérôme. Eight questions about semantic web annotations. **IEEE Intelligent System**, v. 17, n. 2, p. 55-62, 2002.

FURUTA, Richard; SCOFIELD, Jeffrey; SHAW, Alan. Document formatting systems: survey, concepts, and issues. **ACM Computing Surveys**, v. 14, n. 3, p. 417-472, 1982.

FURUTA, Richard. Important papers in the history of document preparation systems: basic sources. **ACM Electronic Publishing – Origination, Dissemination, and Design**, v. 5, n. 1, p. 19-44, 1992.

GRIFFITHS, David et al. Learning Design Tools. In: KOPER, Rob; TATTERSALL, Colin (orgs.). **Learning design: a handbook on modelling and delivering networked education and training**. Springer-Verlag, p. 109-135, 2005.

GROVE, Than. **Introduction to cataloging system**. Disponível em: <<http://www.thlib.org/tools/#wiki=/access/wiki/site/c06fa8cf-c49c-4ebc-007f-482de5382105/summary%20of%20thd1%20catalog%20mark-up%20scheme.html>>. Acesso em: 15 de maio de 2009.

GRUBER, Thomas R. **Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing**. Technical Report, Knowledge Systems Laboratory. Stanford: Stanford University, 1993.

GTK PRESS. **The komposer suite**. Disponível em: <<http://www.gtkpress.com/Support/Komposer/Tutorial/index.html>>. Acesso em: 29 de maio de 2008.

HAIGH, Thomas. Remembering the office of the future: the origins of word processing and office automation. **IEEE Annals of the History of Computing**, v. 28, n. 4, p. 6-31, 2006.

HERMANS, Henry; MANDERVELD, Jocelyn; VOGTEN, Hubert. Educational Modelling Language. In: JOCHEMS, Wim; VAN MERRIËNBOER, Jeroen; KOPER, Rob (Org.). **Integrated E-learning: implications for pedagogy, technology and organization**. London: RoutledgeFalmer, p. 80-99, 2004.

HOUAISS. **Dicionário Eletrônico Houaiss**. São Paulo: Objetiva, 2001.

IEEE LTSC. **Draft standard for learning object metadata**. IEEE, 2002. Disponível em: <[http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf)>. Acesso em: 30 de jun. de 2007.

IMS. **IMS Global learning consortium**. Disponível em: <<http://www.imsglobal.org/>>. Acesso em: 30 de jun. de 2007.

IMS CP. **IMS content packaging information model version 1.1.4**. IMS global learning consortium, 2004. Disponível em: <[http://www.imsglobal.org/content/packaging/cpv1p1p4/imscp\\_infov1p1p4.html](http://www.imsglobal.org/content/packaging/cpv1p1p4/imscp_infov1p1p4.html)>. Acesso em: 07 de ago. de 2007.

IMS LD. **IMS learning design information model**. IMS global learning consortium, 2003. Disponível em: <[http://www.imsglobal.org/learningdesign/ldv1p0/imslld\\_infov1p0.html](http://www.imsglobal.org/learningdesign/ldv1p0/imslld_infov1p0.html)>. Acesso em: 18 de maio 2007.

\_\_\_\_\_. **IMS learning design best practice and implementation guide**. IMS global learning consortium 2003b. Disponível em: <[http://www.imsglobal.org/learningdesign/ldv1p0/imslld\\_bestv1p0.html](http://www.imsglobal.org/learningdesign/ldv1p0/imslld_bestv1p0.html)>. Acesso em: 18 de maio de 2007.

\_\_\_\_\_. **IMS learning design XML binding**. IMS global learning consortium, 2003c. Disponível em: <[http://www.imsglobal.org/learningdesign/ldv1p0/imslld\\_bindv1p0.html](http://www.imsglobal.org/learningdesign/ldv1p0/imslld_bindv1p0.html)>. Acesso em: 18 de maio de 2007.

IMS RDCEO. **IMS reusable definition of competency or educational objective information model**. IMS global learning consortium, 2002. Disponível em: <[http://www.imsglobal.org/competencies/rdceov1p0/imsrcdeo\\_infv1p0.html](http://www.imsglobal.org/competencies/rdceov1p0/imsrcdeo_infv1p0.html)>. Acesso em: 14 de maio de 2008.

JOHNSON, Jeff ; BEACH, Richard J. Styles in document editing systems. **IEEE Computer**, v. 21, n. 1, p. 32-43, 1988.

KAY, Michael. **XSL transformations (XSLT) version 2.0**. W3C Recommendation, 2007. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/xslt20/>>. Acesso em: 14 de abr. de 2009.

KENTZOGLANAKIS, Kyriakos. **Structure, semantics and style in word processing**. 2006. 36 f. Monografia (Graduação)– Bacharelado em Ciência da Computação, University of Portsmouth, Portsmouth, 2006. Disponível em: <<http://dissertations.port.ac.uk/133/>>. Acesso em: 02 mar. 2009.

KIRYAKOV, A. et al. Semantic annotation, indexing and retrieval. **Journal of Web Semantics**, v. 2, n. 1, p. 49-79, 2004.

KNIGHT, Colin; GASEVIC, Dragan; RICHARDS, Griff. an ontology-based framework for bridging learning design and learning content. **Educational Technology & Society**, v. 9, n. 1, p. 23-37, 2006.

KOGUT, Paul; HOLMES, William. AeroDAML: applying information extraction to generate DAML annotations from Web pages. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE CAPTURE (K-CAP), WORKSHOP KNOWLEDGE MARKUP & SEMANTIC ANNOTATION, 2001, Victoria. **Proceedings...** . Victoria, 2001.

KOPER, Rob; MANDERVELD, Jocelyn. Educational modelling language: modelling reusable, interoperable, rich and personalised units of learning. **British Journal of Educational Technology**, v. 35, n. 5, p. 537-552, 2004.

KOPER, Rob; OLIVIER, Bill. Representing the learning design of units of learning. **Educational Technology & Society**, v. 7, p. 97-111, 2004.

KOPER, Rob. **Introduction to IMS learning design**. Berlin: UNFOLD, 2005. Disponível em: <<http://dspace.ou.nl/handle/1820/476>>. Acesso em: 20 de jun. de 2007.

KRUEGER, Charles W. Software reuse. **ACM Computing Surveys**, v. 24, n. 2, p. 131-183, 1992.

LTSC. **Learning technology standards committee**. Disponível em: <<http://ieeeltsc.org/>>. Acesso em: 30 de jun. de 2007.

MANOLA, Frank; MILLER, Eric. **RDF Primer**. W3C Recommendation, 2004. Disponível em: <<http://w3.org/TR/2004/REC-rdf-primer-20040210/>>. Acesso em: 15 de maio de 2009.

MARSHALL, Catherine C. Toward an ecology of hypertext annotation. In: ACM HYPERTEXT, 9., 1998, Pittsburgh. **Proceedings...** . Pittsburgh, 1998. p. 40-49.

MCDONALD, William A; HYDE, Jack; MONTGOMERY, Ann. **CMI guidelines for interoperability**. AICC, 2004. Disponível em: <[www.aicc.org/docs/tech/cmi001v4.pdf](http://www.aicc.org/docs/tech/cmi001v4.pdf)>. Acesso em: 03 de mar. de 2008.

MCGUINNESS, Deborah L. et al. DAML+OIL: an ontology language for the semantic Web. **IEEE Intelligent Systems**, v. 17, n. 5, p. 72–80, 2002.

METS. **METS: an overview & tutorial**. The Library of Congress, 2004. Disponível em: <<http://www.loc.gov/standards/mets/METSOverview.v2.html>>. Acesso em: 03 de mar. de 2008.

MOTA, Matheus Silva. **Ferramenta para extração de estruturas e metadados baseada na semântica in loco e padrões de anotação**. 2008. 40 f. Monografia (Graduação) – Curso de Bacharelado em Ciência da Computação, Universidade Salvador, Salvador, 2008.

NELSON, Michael L. et al.. **A survey of complex object technologies for digital libraries**. Relatório Técnico, NASA/TM-2001-211426, 2001.

OMG. **Reusable Asset Specification Version 2.2**. OMG, 2005. Disponível em: <<http://www.omg.org/docs/formal/05-11-02.pdf>>. Acesso em: 03 de mar. de 2008.

PAQUETTE, Gilbert et al.. Implementation and deployment of the IMS learning design specification. **Canadian Journal of Learning Technologies**, v. 31, n. 2, 2005. Disponível em: <<http://www.cjlt.ca/content/vol31.2/paquette.html>>. Acesso em: 16 de maio de 2008.

REEVE, Lawrence; HAN, Hyoil. Survey of semantic annotation platforms. In: ACM SYMPOSIUM ON APPLIED COMPUTING. 2005, Santa Fé. **Proceedings...** Santa Fé, 2005. p. 1634-1638.

SANTANCHÉ, André et al. In loco semantics and annotation patterns. **Journal of Web Semantics**, sob revisão, 2009.

SANTANCHÈ, André. Otimizando a anotação de Objetos de Aprendizagem através da Semântica in Loco. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 28., 2007, São Paulo. **Anais...** . São Paulo, 2007.

SANTANCHÈ, André et al. Objetos digitais complexos na educação e os objetos de aprendizagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 28., 2007, São Paulo. **Anais...** . São Paulo, 2007.

SHADBOLT, Nigel; HALL, Wendy; BERNERS-LEE, Tim. The semantic web revisited. **IEEE Computer Society**, v. 21, n. 3, p. 96-101, jan. 2006.

SILVA, Luiz Augusto Matos da. Sobre a criação de unidades de aprendizagem do padrão IMS learning design: um estudo prático. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO SUPERIOR A DISTÂNCIA, 5., 2008, Gramado. **Anais...** . Gramado, 2008.

SMITH, Michael K.; WELTY, Chris; MCGUINNESS, Deborah L. **OWL web ontology language guide**. W3C Recommendation, 2004. Disponível em: <[www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/](http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/)>. Acesso em: 14 de agosto de 2007.

SMYTHE, Colin; JACKL, Alex. **IMS content packaging information model**. IMS Global Learning Consortium, 2004. Disponível em: <[www.imsglobal.org/content/packaging/cpv1p1p4/imscp\\_infov1p1p4.html](http://www.imsglobal.org/content/packaging/cpv1p1p4/imscp_infov1p1p4.html)>. Acesso em: 07 de ago. de 2007.

SORGAARD, Pal; SANDAHL, Tone Irene; LJUNGBERG, Fredrik. **Use of paragraph styles in word processing: a stepping stone for cscw?**. Department of Informatics, University of Oslo, 1996.

SORGAARD, Pal; SANDAHL, Tone Irene. Problems with styles in word processing: a weak foundation for electronic publishing with SGML. In: HAWWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 30., 1997, Wailea. **Proceedings...** . Wailea, 1997. p. 137-146.

STEINACKER, Achim; GHAVAM, Amir; STEINMETZ, Ralf. Metadata standards for web-based resources. **IEEE Multimedia**, v. 8, n. 1, p. 70-76, 2001.

TALLIS, Marcelo. Semantic word processing for content authors. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE CAPTURE, 2., 2003, Sanibel. **Proceedings...** . Sanibel, 2003.

THDL. **Tibetan and himalayan digital library**. Disponível em: <<http://www.thdl.org>>. Acesso em: 19 de mar. de 2009.

\_\_\_\_\_. **Creating an XML Essay for THDL**. Disponível em: <[http://www.thdl.org/xml/showEssay.php?xml=/tools/scholartools/how\\_to\\_essays.xml&l=d1e163](http://www.thdl.org/xml/showEssay.php?xml=/tools/scholartools/how_to_essays.xml&l=d1e163)>. Acesso em: 19 de mar. de 2009.

UREN, Victoria et al. Semantic annotation for knowledge management: requirements and a survey of the state of the art. **Journal of Web Semantics**, v. 4, n. 1, p. 14-28, 2006.

VAN DER VLIST, Eric. **Using W3C XML Schema**. O'Reilly Media, XML.com, 2001. Disponível em: <<http://www.xml.com/pub/a/2000/11/29/schemas/part1.html>>. Acesso em: 14 de abr. de 2009.

VITALI, Fabio. Creating sophisticated Web sites using well-known interfaces. In: HCI INTERNATIONAL CONFERENCE, 2003, Crete. **Proceedings...** . Crete, 2003.

## **APÊNDICE A – Criação de uma Unidade de Aprendizagem do IMS LD no *Reload Learning Design Editor***

### **Sobre a Criação de Unidades de Aprendizagem do Padrão IMS Learning Design: um estudo prático**

Luiz Augusto Matos da Silva

Lzomatos@Gmail.com

*Resumo.* Este apêndice trata da criação de Unidades de Aprendizagem no padrão IMS Learning Design. Como resultado tem-se a demonstração, por meio de um exemplo prático, da modelagem do processo de ensino-aprendizagem utilizando a ferramenta Reload Learning Design Editor.

#### **1. Criando Unidades de Aprendizagem: um estudo prático**

Para demonstrar a potencialidade e os benefícios do uso do IMS *Learning Design* (IMS LD) na modelagem de uma atividade de aprendizagem, foi criada uma UA de Nível A para a disciplina de Fundamentos de Sistemas Distribuídos (FSD) de um curso de computação.

As fases de planejamento e implementação utilizaram-se de conteúdo e metodologia abordados em uma carga horária aproximada de 48 horas/aula, podendo ser presencial ou a distância, e independente da abordagem pedagógica – behaviorista, construtivista, baseada em problemas, etc.

##### **1.1 Metodologia**

A metodologia utilizada no trabalho consistiu, primeiramente, do aprofundamento teórico sobre a especificação do IMS LD. Os elementos, definições, organização e ferramentas foram devidamente estudados, analisados e testados.

Após esta fase inicial, planejou-se a estrutura da atividade de aprendizagem a ser desenvolvida. Foram definidos os objetivos, pré-requisitos, papéis, atividades e conteúdo relacionado a um curso de FSD. Conseqüentemente, obteve-se conhecimento e material necessário para a criação da UA em questão.

##### **1.2 Ferramentas de Apoio**

O suporte a construção da atividade de aprendizagem, contou com o apoio de um processador de texto, um editor UML e principalmente, o editor para o IMS LD, a fim de se executar as etapas descritas na próxima subseção.

O editor IMS LD utilizado foi o *Reload Learning Design Editor* (<http://www.reload.ac.uk/>), na versão 2.1.3, que além de permitir a criação da UA executa sua validação e extração em um pacote do padrão IMS *Content Packaging* com documentos, imagens, arquivos diversos, etc. Este editor possui um navegador (*browser*) local, o que permite a visualização de arquivos HTML.

##### **1.3 Unidade de Aprendizagem do IMS LD Nível A**

O projeto e implementação de uma UA, de acordo com o guia de melhores práticas da especificação [IMS-LD 2003b], é realizado com a execução de três etapas:

1. Descrição do caso de uso: contém detalhes da atividade, como título, nome do criador/responsável, tipo de abordagem pedagógica adotada, descrição, objetivos, papéis, tipos de conteúdo, atividades e seu fluxo. O preenchimento pode ser feito pelo próprio tutor/professor, pois tais informações são similares às contidas em artefatos já utilizados, por exemplo, o plano de aula da disciplina.

2. Diagrama de atividade UML: representa o fluxo da aprendizagem através de uma notação que é comum para profissionais de computação. O diagrama permite uma visualização de todo o processo, sendo que, sua elaboração pode ser feita mediante a interação entre a equipe de apoio (*staff*).

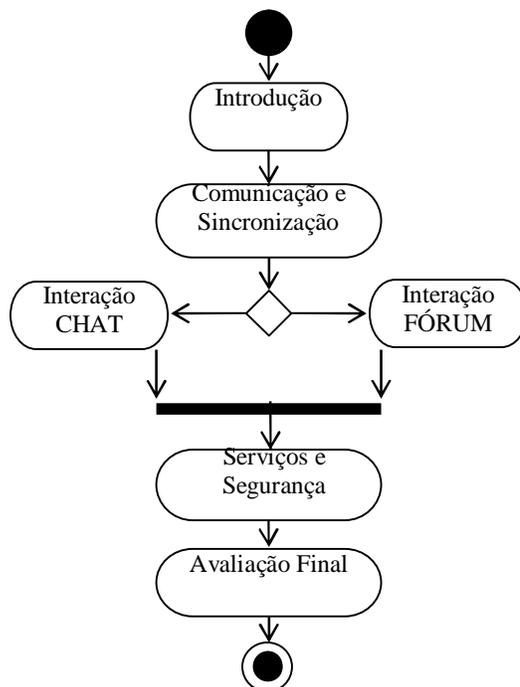
3. Instância do documento XML: criada com ajuda de um editor do IMS LD, como os descritos anteriormente. Possui a descrição formal obtida através do conteúdo dos elementos do IMS LD. É guiada pela definição do *schema* XML da especificação.

O Quadro 1 apresenta a etapa 1, descrita anteriormente. Sendo que, o modelo apresentado abaixo é uma sugestão, que pode conter outras informações julgadas necessárias – por exemplo, maiores detalhes sobre a execução das atividades.

<b>Título:</b>	Fundamentos de Sistemas Distribuídos
<b>Criado por:</b>	Nome do Autor/Responsável
<b>Pedagogia:</b>	Disseminação de conhecimento
<b>Descrição:</b>	Este curso consiste em uma atividade de aprendizagem para a disciplina de Fundamentos de Sistemas Distribuídos a ser aplicada na modalidade a distância em um curso de computação.
<b>Objetivos:</b>	Fornecer ao estudante conhecimentos sobre os princípios básicos de Sistemas Distribuídos (SD), as principais formas de comunicação nestes ambientes e conceitos, técnicas e algoritmos relacionados.
<b>Papéis:</b>	Alunos: Estudante, Visitante Equipe de Apoio: Tutor, Professor, Administrador, Coordenador
<b>Tipos de conteúdo:</b>	Instruções e conteúdo são fornecidos em arquivos HTML, documentos em formato DOC e PDF, apresentações e animações.
<b>Tipos de atividade:</b>	Realização de leituras, resumos de artigos técnico-científicos, respostas a questionários, discussões em grupo.
<b>Fluxo das atividades:</b>	O aluno irá começar acessando a introdução (conceitos, histórico, motivação, etc) e as formas de comunicação e sincronização em SD. Em seguida, poderá optar por uma forma de interação ( <i>chat</i> ou fórum). O assunto final abordará os serviços e aspectos de segurança em SD, e finalmente, será realizada a avaliação.

**Quadro 1.** Descrição do Caso de Uso

O Diagrama de Atividade da Figura 1 mostra o fluxo da atividade de aprendizagem. Pode ser estendido, inserindo tarefas complementares e condicionais (e.g., se não obter avaliação satisfatória deve retornar à atividade anterior).



**Figura 1.** Diagrama de Atividade UML.

A etapa 2, instância do documento XML, contou com o apoio da ferramenta de autoria *Reload LD Editor*. A Figura 3 mostra a definição dos dados básicos utilizados na criação de uma UA, configurando o seu título, URI<sup>5</sup>, versão e nível.

Overview	
Title:	Fundamentos de Sistemas Distribuidos
URI:	http://purl.org/izomatos/ims-ld/ld-12345
Version:	0.1
Level:	Level A

**Figura 2.** Definição dos dados básicos da UA.

A Figura 3 mostra a definição dos objetivos de aprendizagem da UA. Observa-se que foi informado o caminho de um arquivo HTML localizado localmente, ou seja, um recurso que pode ser acessado. É possível informar outros recursos que definam os objetivos da UA, por exemplo, a URL de uma página na Web, um documento de texto etc.

Learning Objectives	
Title:	Objetivos
Resource Items:	
File/URL	<input type="checkbox"/> Resources/Objetivos-Prerequisitos/objetivos-aprendizagem.htm

**Figura 3.** Definição dos objetivos de aprendizagem da UA.

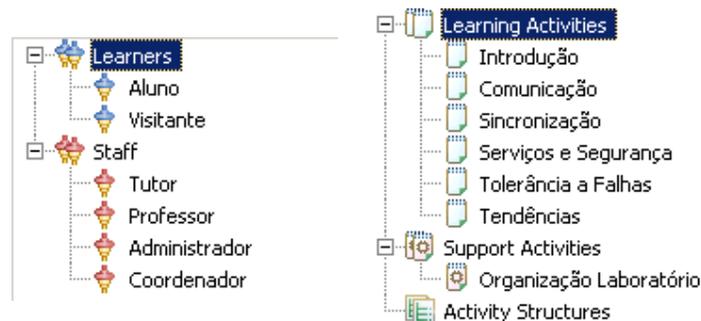
<sup>5</sup> *Uniform Resource Identifier*, utilizado para a identificação de um recurso, neste caso a UA, na Web.

A Figura 4 mostra a definição dos pré-requisitos da UA. Foi informado um arquivo HTML com seu conteúdo criado previamente.

Prerequisites	
Title:	Prerequisitos
Resource Items:	
File/URL	<input type="checkbox"/> Resources/Objetivos-Prerequisitos/pre-requisitos.htm

**Figura 4.** Definição dos pré-requisitos da UA.

A Figura 5 mostra o mapeamento dos papéis e atividades que fazem parte da formalização do processo de ensino-aprendizagem.



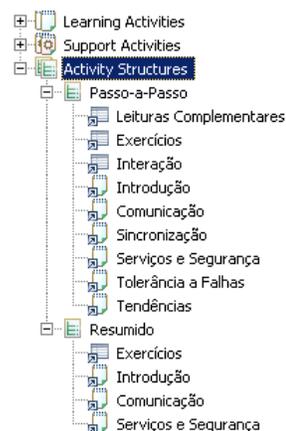
**Figura 5.** Mapeamento dos Papéis e Atividades no *Reload Learning Design Editor*.

A Figura 6 mostra a descrição de uma atividade da UA. Para cada atividade (de aprendizagem ou de suporte) deve-se informar pelo menos um recurso. No caso da figura abaixo, poderia ser fornecido um documento no formato PDF, um arquivo de áudio/vídeo etc.

Activity Description	
Title:	Introducao
Resource Items:	
File/URL	<input type="checkbox"/> Resources/visao-geral-conceitos-basicos.htm

**Figura 6.** Descrição de uma atividade da UA.

A Figura 7 mostra a definição de estruturas de atividade da UA. Uma estrutura de atividade é formada pela referência a uma ou mais atividades, ambiente ou outra UA.



**Figura 7.** Definição de estruturas de atividade da UA.

Foram criadas duas estruturas: uma chamada “Passo-a-Passo” – com todas as atividades e ambientes disponíveis para a UA, e outra chamada “Resumido” – referenciando somente algumas atividades e ambientes da UA.

A Figura 8 mostra a definição dos ambientes da UA. Foram criados três ambientes: um para leituras complementares, um para exercícios e outro para interação.



**Figura 8.** Definição dos ambientes da UA.

A Figura 9 mostra a descrição de um objeto de aprendizagem da UA. Este objeto pertence ao ambiente “Leituras Complementares”, como pode ser visto na figura anterior. Seu tipo foi definido como um objeto de conhecimento (knowledge object), já que o recurso utilizado é um documento para leitura (um artigo no formato PDF). Outros itens poderiam ser inseridos, tais como, uma vídeo-aula, uma aplicação (tool object) ou uma avaliação (test object).

**Figura 9.** Descrição de um objeto de aprendizagem da UA.

A Figura 10 mostra a descrição de um serviço da UA. Este serviço pertence ao ambiente “Interação” e foi denominado “Chat Tira-Dúvidas”, como pode ser visto na Fig.8.

**Figura 10.** Descrição de um serviço da UA.

Os serviços devem ser instanciados por uma aplicação que irá processá-lo em tempo de execução, fazendo com que a UA seja dependente de sua disponibilidade. Observa-se na Figura 10 que o serviço síncrono “Chat Tira-Dúvidas” aponta para um recurso disponível em um AVA, dependendo do seu correto funcionamento para ser executado.

É possível ainda definir os papéis que podem participar de um serviço. A Figura 11 mostra a definição dos participantes do serviço apresentado na figura anterior. Observa-se que os papéis de aluno, tutor e professor devem participar normalmente do chat. Para o papel de visitante é definida uma participação de observador.

Role	Participant	Observer
[-] Learners		
Aluno	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visitante	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
[-] Staff		
Tutor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Professor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Administrador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Coordenador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Figura 11.** Definição dos participantes de um serviço da UA.

A Figura 12 mostra a definição do método e das peças da UA. Cada peça diz respeito a um processo de ensino-aprendizagem e são independentes entre si.



**Figura 12.** Definição do método e peças da Unidade de Aprendizagem.

A Figura 13 mostra a definição das condições de término da UA. Esta UA será completada somente quando a peça “Passo-a-Passo” ou a “Resumido” for concluída.

Complete Unit of Learning

None

When Plays Completed

Passo-a-Passo

Resumido

Organizar Seminário

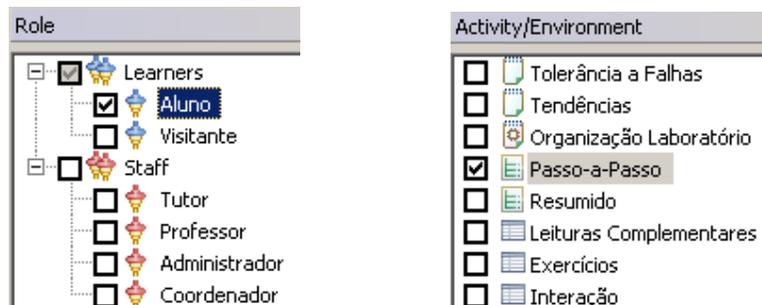
**Figura 13.** Definição das condições de término da UA.

A Figura 14 mostra a definição de atos, papéis e partes da UA. Nesta figura é possível observar o nível hierárquico existente entre o método, a peça, o ato e, o papel e partes.



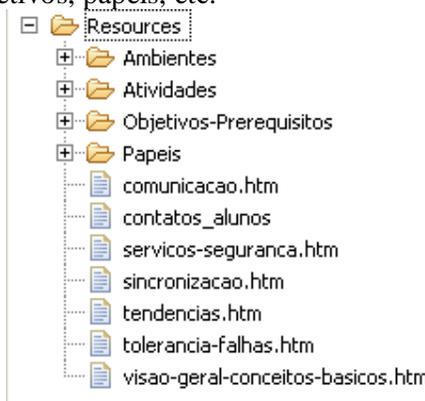
**Figura 14.** Definição de atos, papéis e partes da UA.

Considerando a peça “Passo-a-Passo”, o ato “Atividades” e o papel e parte “Participantes”, mostra-se na Figura 15 a definição do papel e parte da UA. Pode-se então concluir que, de acordo com os princípios do IMS-LD, este processo de ensino-aprendizagem é representado por uma peça que será executada por quem possuir o papel “Aluno” e realizar as atividades da estrutura “Passo-a-Passo”, definida anteriormente conforme a Figura 7.



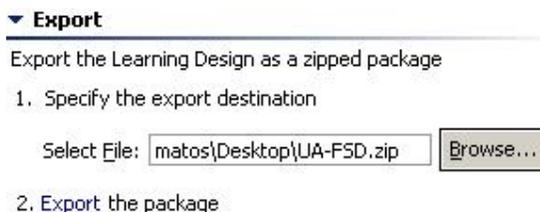
**Figura 15.** Definição do papel e parte da UA.

A Figura 16, por sua vez, apresenta a organização dos recursos utilizados para a definição das atividades, objetivos, papéis, etc.



**Figura 16.** Mapeamento dos Recursos no *Reload Learning Design Editor*

A Figura 17 mostra a processo de exportação do projeto de aprendizagem em um pacote compactado. Este pacote representa a UA no formato de um arquivo do tipo ZIP.



**Figura 17.** Exportação do projeto de aprendizagem em um pacote compactado.

Para finalizar, mostra-se na Figura 18 o conteúdo do pacote exportado. Ele é composto por um manifesto<sup>6</sup> que combina elementos dos padrões IMS-CP e IMS-LD, além dos recursos definidos para a UA.

<sup>6</sup> Por padrão, o nome deste arquivo é *imsmanifest.xml*.



**Figura 18.** Conteúdo do pacote compactado que forma a UA.

Ao executar a exportação do projeto de aprendizagem é obtido um pacote compactado do IMS-CP com a instância XML. As Figuras 19 e 20 apresentam um trecho com alguns elementos e atributos do documento gerado.

```

<imsld:learning-design identifier="Id-8716e329" level="A" ...>
  <imsld:title>Fundamentos de Sistemas Distribuidos</imsld:title>
  <imsld:learning-objectives>
    <imsld:title>Objetivos</imsld:title>
    <imsld:item identifier="item-bcb19151" ... />
  </imsld:learning-objectives>
  <imsld:prerequisites>
    <imsld:title>Prerequisitos</imsld:title>
    <imsld:item identifier="item-da187e92" ... />
  </imsld:prerequisites>
  <imsld:components>
    <imsld:roles>
      <imsld:learner identifier="role-388a1c29">
        <imsld:title>Aluno</imsld:title>
        ...
      </imsld:learner>
      ...
      <imsld:staff identifier="role-797bdc03">
        <imsld:title>Tutor</imsld:title>
        ...
      </imsld:staff>
    </imsld:roles>
  <imsld:activities>
    <imsld:learning-activity identifier="la-4d807aa9" ...>
      <imsld:title>Introdução</imsld:title>
      <imsld:activity-description>
        <imsld:title>Introducao</imsld:title>
        <imsld:item identifier="itemcc1" identifierref="resd38F" .../>
      </imsld:activity-description>
    </imsld:learning-activity>
    ...
    <imsld:support-activity identifier="sa-522cebb2" ...>
      <imsld:title>Organização Laboratório</imsld:title>
      <imsld:activity-description>
        <imsld:title>Atividade Suporte</imsld:title>
        <imsld:item identifier="item0f2" identifierref="res0c99" .../>
      </imsld:activity-description>
    </imsld:support-activity>
  </imsld:activities>
  ...
</imsld:learning-design>

```

**Figura 19.** Trecho 1 da instância XML da UA Fundamentos de Sistemas Distribuídos.

```

</imsld:components>
<imsld:method>
  <imsld:play identifier="play-d592cea8" ...>|
    <imsld:title>Passo-a-Passo</imsld:title>
    <imsld:act identifier="act-06ec52ad">
      <imsld:title>Atividades</imsld:title>
      <imsld:role-part identifier="rolepart-3718d643">
        <imsld:title>Participantes</imsld:title>
        <imsld:role-ref ref="role-388a1c29" />
        <imsld:learning-activity-ref ref="la-680c0a87" />
      </imsld:role-part>
    </imsld:act>
  </imsld:play>
</imsld:method>
</imsld:learning-design>
<resources>
  <resource identifier="resd38f" .. href="Resources/intro.htm">
    <file href="Resources/intro.htm" />
  </resource>
  ...
  <resource identifier="res0c99" .. href="Resources/ativ-suporte.htm">
    <file href="Resources/ativ-suporte.htm" />
  </resource>
  ...
</resources>

```

**Figura 20.** Trecho 2 da instância XML da UA Fundamentos de Sistemas Distribuídos.

## 2. Considerações Finais

O padrão IMS *Learning Design* torna possível a descrição formal do processo de ensino-aprendizagem, independente da modalidade ou teoria do aprendizado, através dos elementos que compõem uma Unidade de Aprendizagem.

Este apêndice tratou da criação de Unidades de Aprendizagem no padrão IMS *Learning Design*. Como resultado teve-se a demonstração, por meio de um exemplo prático, da modelagem do processo de ensino-aprendizagem utilizando a ferramenta *Reload Learning Design Editor*.

## APÊNDICE B – Documento utilizado no exemplo prático

### **Autoria de Objetos Digitais Complexos Baseada em Documentos**

Luiz Augusto Matos da Silva<sup>1</sup>, André Santanchè<sup>1</sup>

Mestrado em Sistemas e Computação – Universidade Salvador (UNIFACS)

**Resumo.** Este trabalho descreve um processo para a autoria de objetos digitais complexos baseados em documentos, partindo de uma abordagem denominada semântica *in loco*, que permite o registro de metadados concomitante à produção de documentos, bem como a extração automática de metadados descritivos. Suas principais contribuições são: redução do esforço dedicado ao processo de autoria convencional, que separa as etapas de produção e anotação por meio de ambientes e metáforas distintos; e, a otimização do processo de criação de cursos em um ambiente virtual de aprendizagem.

Roles: Técnico, Educador

#### **Introdução**

O termo objeto digital complexo, ou simplesmente objeto complexo, neste artigo faz referência a uma generalização de iniciativas em diversas áreas, que buscam definir padrões de interoperabilidade para compartilhamento de conteúdo digital [4]. Tais objetos são considerados unidades fundamentais de reuso no contexto de bibliotecas digitais, sendo normalmente formados por conteúdo e metadados que os descrevem e organizam internamente.

A autoria de objetos complexos usualmente envolve a tarefa de produção de conteúdo e a posterior definição dos metadados. O armazenamento desses artefatos em bibliotecas digitais permite a sistematização do seu uso, através de operações como busca e recuperação. Na maior parte dos casos, o desafio da interoperabilidade aparece quando os objetos devem ultrapassar os limites da biblioteca, a fim de serem reusados por entidades externas e em contextos diferentes. Diante da complexidade inerente a estes objetos, muitas vezes compostos da combinação de várias mídias (ex., texto, áudio, vídeo, etc.), o desafio da interoperabilidade torna-se maior do que uma simples troca de arquivos. Por exemplo, mais do que reusar um documento contendo uma lição, é preciso reusar um curso completo composto por diversos tipos de artefatos inter-relacionados.

Iniciativas de padronização dedicam esforços nesse sentido, ao definir padrões que têm como base formatos abertos de metadados e fornecem condições de interoperabilidade e reuso. Tais padrões, entretanto, adicionam novas etapas e ferramentas ao processo de autoria de conteúdo digital, tornando-o mais oneroso.

O objetivo deste trabalho é descrever um processo para a autoria de objetos digitais complexos baseados em documentos, partindo de uma abordagem denominada semântica *in loco*, que trata do registro de metadados concomitante à produção de conteúdo. O trabalho estende a semântica *in loco* para permitir a anotação e extração de estruturas completas de objetos digitais complexos, passíveis de armazenamento, compartilhamento e reuso. Esse processo está sendo implementado em um projeto de produção de material pedagógico para elearning. Suas principais contribuições são: redução do esforço dedicado ao processo de autoria convencional, que separa as etapas de produção e anotação por meio de ambientes e metáforas distintos; criação eficaz de objetos complexos na forma de objetos de aprendizagem e unidades de aprendizagem do padrão Learning Design [7], [10]; e, a otimização do processo de criação de cursos em um ambiente virtual de aprendizagem.

Roles: Técnico

### **Anotação Semântica**

De maneira geral, as anotações podem ser feitas por meio de comentários, registros de interpretação pessoais ou marcações em um texto. Elas podem ser classificadas como anotações implícitas ou explícitas e anotações formais ou informais [11]. Uma anotação é implícita quando interpretada somente por seu autor. Do outro lado, uma anotação explícita é passível de interpretação por outra pessoa. A anotação implícita possui baixo nível semântico, dificultando seu processamento por máquinas. Uma anotação é formal quando segue esquemas estruturais. Anotações informais são geralmente destinadas somente para o consumo humano [11].

Euzenat [5] define um framework para analisar a relação entre anotações e a Web Semântica, representando uma anotação como uma função de um documento para uma representação formal e, inversamente, um índice por uma função de uma representação formal para documentos. Confrontando essa perspectiva com as classificação apresentada por [11], tem-se a noção de anotação semântica como um subconjunto específico de anotações explícitas e formais.

Anotações feitas em material educacional são definidas em três níveis: pedagógico, de domínio e documento. No nível pedagógico, expressam as atividades executadas pelo professor para obter êxito no processo de ensino-aprendizagem, como organizar o conteúdo em várias lições, adaptá-lo ao contexto do aluno, etc. O nível de domínio diz respeito ao conhecimento especificado no conteúdo das lições. O nível de documento define sua estrutura lógica (títulos, subtítulos, parágrafos, etc.) e física (fonte, cores, tamanho, etc.) [3].

Neste trabalho, o nível de anotação pedagógico e o de documento são relacionados a um padrão de especificação de design pedagógico para objetos de aprendizagem, o Learning Design [10].

Roles: Educador

### **Learning Design**

O Learning Design (LD) consiste na aplicação de um modelo pedagógico em um objetivo de aprendizagem, público alvo e domínio específicos. Ele especifica o processo de ensino/aprendizagem, ou seja, define sobre quais condições e que atividades devem ser executadas por professores e alunos, a fim de alcançar seus objetivos de ensino/aprendizagem [10].

O LD possui um modelo informacional definido com elementos como Roles, atividades e recursos, que é representado em XML, permitindo a interoperabilidade e reuso de objetos de aprendizagem criados com base na especificação. Esses objetos são a unidade fundamental do LD: a unidade de aprendizagem (unit of learning) – um curso ou lição que pode ser instanciada e reusada várias vezes por diferentes pessoas e configurações. Ela é formada pelo design pedagógico (LD) e o conjunto de artefatos contidos em um objeto complexo [7] [10].

Roles: Técnico, Educador

Prerequisite: [Introdução](#)

### **Semântica in Loco**

A semântica in loco é uma abordagem para produção de anotações com semântica interoperável e associada a recursos digitais [12]. Trata-se de uma metodologia de anotação aplicável a diversos tipos de conteúdo e apta a ser utilizada por diversas ferramentas de produção de conteúdo, uma vez que se baseia em padrões de anotação ao invés de formatos

ou *plugins* específicos. Neste artigo estamos interessados em um subconjunto da semântica in loco aplicável a documentos e processadores de texto.

A implantação da semântica in loco ocorre conforme as seguintes etapas: (i) seleção dos metadados utilizados na anotação; (ii) definição de um padrão de anotação que possa ser identificado automaticamente por uma ferramenta de extração; (iii) desenvolvimento de uma ferramenta de extração e conversão.

Neste trabalho, a etapa (i) da semântica in loco é realizada mediante a seleção de metadados que descrevem informações sobre a autoria e o conteúdo do objeto complexo (autor, título, subtítulo, assunto, etc.). A etapa (ii) é baseada no uso de estilos como técnica de anotação. Na etapa (iii) será desenvolvido um protótipo para extrair as anotações e associá-las com elementos do Learning Design.

## APÊNDICE C – Manifesto XML obtido no exemplo prático

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!-- This is a ARARA Extractor version 0.1 IMS Learning Design 1.0 document-->
<manifest xmlns="http://www.msglobal.org/xsd/imscp_v1p1"
xmlns:imsld="http://www.msglobal.org/xsd/imsld_v1p0"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.msglobal.org/xsd/imscp_v1p1
http://www.msglobal.org/xsd/imscp_v1p1.xsd http://www.msglobal.org/xsd/imsld_v1p0
http://www.msglobal.org/xsd/IMS_LD_Level_A.xsd" identifier="manifest-3EA85231">
<organizations>
<imsld:learning-design identifier="ld-arara-314200992856406" level="A" sequence-
used="false" uri="http://purl.org/lzomatos/ld-arara-314200992856406/">
<imsld:title>Autoria de Objetos Digitais Complexos Baseada em
Documentos</imsld:title>
<imsld:components>
<imsld:roles>
<imsld:learner identifier="learner-1">
<imsld:title>Técnico</imsld:title>
</imsld:learner>
<imsld:learner identifier="learner-2">
<imsld:title>Educador</imsld:title>
</imsld:learner>
</imsld:roles>
<imsld:activities>
<imsld:learning-activity identifier="learning-activity-1" isvisible="true">
<imsld:title>Introdução</imsld:title>
<imsld:activity-description>
<imsld:item identifier="item-1" identifierref="resource-1" isvisible="true" />
</imsld:activity-description>
<imsld:complete-activity>
<imsld:user-choice />
</imsld:complete-activity>
</imsld:learning-activity>
<imsld:learning-activity identifier="learning-activity-2" isvisible="true">
<imsld:title>Anotação Semântica</imsld:title>
<imsld:activity-description>
<imsld:item identifier="item-2" identifierref="resource-2" isvisible="true" />
</imsld:activity-description>
</imsld:learning-activity>
<imsld:learning-activity identifier="learning-activity-3" isvisible="true">
<imsld:title>Learning Design</imsld:title>
<imsld:activity-description>
<imsld:item identifier="item-3" identifierref="resource-3" isvisible="true" />
</imsld:activity-description>
</imsld:learning-activity>
<imsld:learning-activity identifier="learning-activity-4" isvisible="true">
<imsld:title>Semântica in Loco</imsld:title>
<imsld:prerequisites>
<imsld:title>Introdução</imsld:title>
<imsld:item identifier="prerequisite-1" identifierref="item-1" isvisible="true" />
</imsld:prerequisites>
<imsld:activity-description>
<imsld:item identifier="item-4" identifierref="resource-4" isvisible="true" />
</imsld:activity-description>
</imsld:learning-activity>
<imsld:activity-structure identifier="activity-structure-learner-1">
<imsld:title>Técnico</imsld:title>
<imsld:learning-activity-ref ref="learning-activity-1" />
<imsld:learning-activity-ref ref="learning-activity-2" />
<imsld:learning-activity-ref ref="learning-activity-4" />
</imsld:activity-structure>
<imsld:activity-structure identifier="activity-structure-learner-2">
<imsld:title>Educador</imsld:title>
<imsld:learning-activity-ref ref="learning-activity-1" />

```

```

<imsld:learning-activity-ref ref="learning-activity-3" />
<imsld:learning-activity-ref ref="learning-activity-4" />
</imsld:activity-structure>
</imsld:activities>
</imsld:components>
<imsld:method>
<imsld:play identifier="play-1" isvisible="true">
<imsld:title>LD Play Técnico</imsld:title>
<imsld:act identifier="act-1">
<imsld:title>Act</imsld:title>
<imsld:role-part identifier="rolepart-1">
<imsld:title>Role Part</imsld:title>
<imsld:role-ref ref="learner-1" />
<imsld:activity-structure-ref ref="activity-structure-learner-1" />
</imsld:role-part>
</imsld:act>
</imsld:play>
<imsld:play identifier="play-2" isvisible="true">
<imsld:title>LD Play Educador</imsld:title>
<imsld:act identifier="act-2">
<imsld:title>Act</imsld:title>
<imsld:role-part identifier="rolepart-2">
<imsld:title>Role Part</imsld:title>
<imsld:role-ref ref="learner-2" />
<imsld:activity-structure-ref ref="activity-structure-learner-2" />
</imsld:role-part>
</imsld:act>
</imsld:play>
</imsld:method>
</imsld:learning-design>
</organizations>
<resources>
<resource identifier="resource-1" type="webcontent" href="section-content-learning-activity-1.html">
<file href="section-content-learning-activity-1.html" />
</resource>
<resource identifier="resource-2" type="webcontent" href="section-content-learning-activity-2.html">
<file href="section-content-learning-activity-2.html" />
</resource>
<resource identifier="resource-3" type="webcontent" href="section-content-learning-activity-3.html">
<file href="section-content-learning-activity-3.html" />
</resource>
<resource identifier="resource-4" type="webcontent" href="section-content-learning-activity-4.html">
<file href="section-content-learning-activity-4.html" />
</resource>
</resources>
</manifest>

```

## APÊNDICE D – Contatos realizados com outros pesquisadores

**de Luiz Matos <lzomatos@gmail.com>**

**para apinto@gtkpress.com**

data 29 de maio de 2008 00:32

assunto Komposer Suite 2.0 trial

Hello Mr. Pinto,

I'm a brazilian student and I'm interested in evaluate the Komposer Suite.

How behave to download this software?

Best regards,

Luiz Silva

University Salvador

**de Arjun Pinto <apinto@gtkpress.com>**

**para Luiz Matos <lzomatos@gmail.com>**

data 29 de maio de 2008 09:21

assunto RE: Komposer Suite 2.0 trial

Hi Luiz,

You can download Komposer Suite at  
<http://www.gtkpress.com/Download/komposer/119238465310/KomposerSetup.msi>.

There are a few prerequisites to the software. First, Microsoft .net is required. (<http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?FamilyID=0856EACB-4362-4B0D-8EDD-AAB15C5E04F5&displaylang=en>) Second, MS Word is required, & Komposer is currently only compatible up to version 11 (2003). Finally, Komposer runs on Windows, but it isn't 100% compatible with Vista. We're working on these issues and should have them ironed out shortly.

There are help files available to get you started, but if you require any assistance feel free to get in touch with me.

Thanks,

Arjun Pinto

Education Technology Consultant

GTK Press

Office: 416-385-1313

Mobile: 647-293-4726

E-mail: [apinto@gtkpress.com](mailto:apinto@gtkpress.com)

[www.gtkpress.com](http://www.gtkpress.com)

**de Luiz Matos <lzomatos@gmail.com>**

**para rramorin@usc.es**

data 20 de maio de 2008 18:10

assunto A Learning Design Ontology based on the IMS Specification

Dear Mr. Ricardo R. Amorim,

I'm a brazilian student and I have interest in your work titled "A Learning Design Ontology based on the IMS Specification".

I learn more about the specification IMS LD with this paper, and considerable them a great contribution. Unfortunately the URL [http://www.eume.net/ontology/imsld\\_a.owl](http://www.eume.net/ontology/imsld_a.owl) it's not available.

How achieve this ontology in OWL format?

Best regards,

Luiz Silva

University Salvador

**de Ricardo Rocha Amorim <amorim.ricardorochoa@gmail.com>**

**para Luiz Matos <lzomatos@gmail.com>**

data 21 de maio de 2008 12:30

assunto Re: A Learning Design Ontology based on the IMS Specification

Caro Luiz Matos,

Reformularam a pagina do grupo ao qual eu estava vinculado durante o doutorado e a página do projeto não existe mais. Neste caso, tenho que enviar por e-mail para você. Assim que eu encontre nos meus backups eu te envio, ok?

Que uso você pretende dar a ontologia?

Eu trabalho na Uneb em Sr. do Bonfim e estou montando um grupo de estudos em Educação Matemática e TIC's. Por isso te pergunto.

Abraço,

Ricardo Amorim