



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO SERTÃO PERNAMBUCANO – CAMPUS PETROLINA
LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO**

VANESSA DOS SANTOS SOUZA

**ONTOLOGIAS PARA OBJETOS DE APRENDIZAGEM:
Metodologias e Ferramentas de Desenvolvimento**

PETROLINA - PE

2014

VANESSA DOS SANTOS SOUZA

**ONTOLOGIAS PARA OBJETOS DE APRENDIZAGEM:
Metodologias e Ferramentas de Desenvolvimento**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), apresentado ao Colegiado do curso de Licenciatura em Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – Campus Petrolina como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciada em Computação.

ORIENTADOR: Ubirajara Santos Nogueira.

PETROLINA – PE

2014

ONTOLOGIAS PARA OBJETOS DE APRENDIZAGEM: Metodologias e Ferramentas de Desenvolvimento

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), apresentado para obtenção de graduação em Licenciatura em Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – Campus Petrolina.

Aprovada em: ___/___/___

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^o. Esp. Ubirajara Santos Nogueira

Instituto Federal de Educação Ciência e tecnologia do Sertão Pernambucano

Prof^a. Esp. Rossana de Paula Junqueira Almeida

Instituto Federal de Educação Ciência e tecnologia do Sertão Pernambucano

Prof^a. Msc. Josilene de Almeida Brito

Instituto Federal de Educação Ciência e tecnologia do Sertão Pernambucano

Dedico esse meu trabalho primeiramente a Deus, que em sua infinita sabedoria guia meus caminhos me proporcionando saúde, serenidade e disposição para enfrentar todas as etapas desta árdua caminhada e ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia.

A meus pais que com seu amor infinito e apoio incondicional é responsável por minha base pessoal e educacional.

Aos meus amigos que no convívio tornaram suportáveis as horas mais difíceis e mais felizes os momentos de vitória.

AGRADECIMENTOS

Quero expressar meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para concretização de mais uma etapa em minha vida. Pois sem o apoio e colaboração dessas pessoas isso não seria possível.

A Deus agradeço, pela vida, luz e a oportunidade de realizar mais uma conquista. Sem ele não teria forças para chegar até aqui.

Agradeço aos meus pais Maria Auxiliadora (Dorinha) e José Pedro, por tudo o que representam para mim, seus valores, seus exemplos de vida, seus sacrifícios para que eu tivesse uma educação plena em amor e sabedoria. Mesmo distante, sei que posso confiar que não estou sozinha nessa caminhada, vocês estarão sempre ao meu lado me dando forças e acreditando em meus sonhos. Vocês são a razão pelo qual me faz querer sempre seguir em frente.

Aos meus amigos (irmãos) que Deus colocou em minha vida Bruno Teles, Emanuella Bezerra, Raphael Vidal e Joana D'arque, muito obrigada por todos os momentos compartilhados, por serem o meu refúgio nos momentos difíceis, pelo companheirismo, pelos “puxões de orelhas” dados em minhas teimosias em querer ser sempre “do contra” (hehe). Enfim, sei que Deus não colocou um no caminho do outro por acaso, ele sabia que entre nós iria nascer uma amizade verdadeira e sincera.

A meu orientador Ubirajara Santos Nogueira, quero agradecer, pela sua notável dedicação, valiosa amizade e constante incentivo ao longo do percurso. Agradecer também pelo tempo disponível, por sempre me atender, pelos ensinamentos e pelas palavras de incentivo em momentos que eu me sentia perdida. Pelo carinho em avaliar e fornecer considerações essenciais para o fechamento do meu trabalho.

Aos que foram meus professores no IF em especial Rossana Junqueira e Jussara Moreira, pela contribuição com os ensinamentos que serviram de base para que eu chegasse até aqui.

“É preciso sonhar, mas com a condição de crer em nosso sonho, de observar com atenção a vida real, de confrontar a observação com nosso sonho, de realizar escrupulosamente nossas fantasias. Sonhos, acredite neles.”

Vladimir Ilitch Lenin

RESUMO

Atualmente a construção de conteúdos educacionais digitais de apoio à aprendizagem, ou seja, Objetos de Aprendizagem, vem ampliando para alcançar o conhecimento no contexto educacional. No entanto, ainda encontra-se uma grande dificuldade em localizar documentação especificando as informações sobre a construção desses objetos através de ontologias. Encontram-se disponíveis na web somente características relevantes ao próprio elemento, não encontrando classificações e agrupamento dessas informações. Através do uso de ontologias é possível estruturar e organizar as informações dos Objetos de Aprendizagem para que os usuários possam reutilizá-los de forma eficiente. Desta forma, a presente pesquisa busca fazer um levantamento de ontologias para OA, apresentando as principais metodologias e ferramentas utilizadas para a construção da mesma. Para a obtenção dos resultados desta pesquisa, foi realizada uma seleção de trabalhos relacionados ao tema “Ontologias para Objetos de Aprendizagem”, fazendo em seguida uma filtragem de quais tecnologias foram utilizadas para o desenvolvimento da ontologia. Ao final do trabalho é apresentada uma catalogação das ontologias encontradas, que podem contribuir para o desenvolvimento de novas propostas ontológicas de maneira simples e precisa.

Palavras-chaves: Ontologia; Objeto de Aprendizagem; Metodologia; Ferramenta.

ABSTRACT

Currently the construction of digital education content to support learning, this mean that different kinds of objects have expanded to obtain knowledge in the education context. However, it still having a big difficulty to locate the documentation, that can specify the information about the construction of these objects through ontologies. In web you can find only characterists, but you can not find informations of grouping and classifications. Throughout the ontologies it is possible to structure and organize informations of learning objects that users can reuse them efficiently. Thus, this research seeks to survey ontologies for OA, that have the opportunity to show methodologies and tools that were used to build it. To obtain the results of this research, had done the selection of copies related to the theme "Ontologies for Objects Learning", following the filtering of technologies that were used for development of ontology. At the end of one work is presented the cataloging of ontologies, that can build new proposals of ontologies simple and precise.

Keywords: Ontology; Learning Object; methodology; Tool.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. SÍNTESE DAS MOTIVAÇÕES PARA CRIAÇÃO DE ONTOLOGIAS	25
FIGURA 2. METODOLOGIA ENTERPRISE	29
FIGURA 3. ON-TO-KNOWLEDGE	32
FIGURA 4. AMBIENTE PROTÉGÉ	36
FIGURA 5. AMBIENTE WEBODE.....	37
FIGURA 6. AMBIENTE ONTOEDIT	38
FIGURA 7. JANELA DO AMBIENTE WEBONTO	39
FIGURA 8. HIERARQUIA/TAXOMIA DE CLASSES (VISÃO PARCIAL DA ONTOLOGIA)	43
FIGURA 9. DEFINIÇÃO DAS PROPRIEDADES PARA AS CLASSES DA ONTOLOGIA NO AMBIENTE PROTÉGÉ	44
FIGURA 10. MODELO COMPLETO DA ONTOLOGIA DOS MATERIAIS E OBJETOS DE APRENDIZAGEM - DIAGRAMA UML	46
FIGURA 11. INTERFACE GRÁFICA DO SISTEMA AQ-SEARCH	46
FIGURA 12. ONTOLOGIA DO MODELO DE DOMÍNIO	47
FIGURA 13. APLICAÇÃO EM DOMÍNIO LEGAL DESENVOLVIDO NA UFAL	49
FIGURA 14. HIERARQUIA DAS CLASSES.....	50
FIGURA 15. INSTÂNCIA DA CLASSE CONTEÚDO NO PROTÉGÉ	51
FIGURA 16. ARQUITETURA DAS CAMADAS	53
FIGURA 17. ABORDAGEM PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIA PARA SUPORTE COGNITIVO.....	55

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CARACTERÍSTICAS PEDAGÓGICAS	18
TABELA 2: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	19
TABELA 3: CATEGORIAS DA ESPECIFICAÇÃO IEEE LOM	21
TABELA 4: ELEMENTOS DESCRITOS DO DUBLIN CORE.....	22
TABELA 5: GRUPOS DO DUBLIN CORE.....	22
TABELA 6: CARACTERÍSTICAS DAS ONTOLOGIAS ANALISADAS.....	57

PRINCIPAIS ABREVIACÕES

AIFB – Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren

API (application programming interface)

COL – Curso on Larc

DAML – DARPA Agent Markup Language (Defense Advanced Research Project Agency)

DC – Dublin Core

DCMI – Dublin Core Metadata Initiative

EAD – Educação a distancia

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers

IMS – Instructional Management Systems

ISI – Information Sciences Institute

J2EE – Java 2 Enterprise Edition

JSF – Java Servers Face

KBSI IDEF5 – Knowledge Based Systems (Integrated DEFinition Methods)

LOM – Learning Object Metadata

LTSC – Learning Technology Standards Comittee

MEC – Ministério da Educação e Cultura

MP – Ministério Público

OA – Objetos de Aprendizagem

OCML - Options Configuration Modeling Language

OWL – Web Ontology Language

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

Prolog – PROgrammation en LOGique

RDF – Resource Description Framework (Estrutura de Descrição de Recursos)

RDF Shema– Resource Description Framework Shema

RIVED – Rede Internacional Virtual de Educação

ROA – Repositórios dos Objetos de Aprendizagem

SCORM – Sharable Content Object Reference Model

W3C – World Wide Web Consortium

Web – World Wide Web

W3C – World Wide Web Consortium

XML – eXtensible Markup Language

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 MOTIVAÇÃO.....	15
1.2 OBJETIVO GERAL.....	15
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2. REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....	17
2.2 ONTOLOGIA.....	23
2.2.1 <i>A importância das metodologias na definição de uma ontologia</i>	26
2.3 METODOLOGIAS PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS	28
2.4 FERRAMENTAS PARA CONSTRUÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DE ONTOLOGIAS.	34
3. MÉTODO DE PESQUISA	40
3.1 SELEÇÃO DOS DOCUMENTOS.....	40
3.1.1 <i>Crítérios de inclusão e exclusão</i>	40
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	42
4.1 TRABALHOS RELACIONADOS	42
4.1.1 <i>Proposta de ontologia para busca de objetos de Aprendizagem</i>	42
4.1.2 <i>Construindo uma ontologia para pesquisa de Materiais e Objetos de Aprendizagem baseada na Web Semântica</i>	45
4.1.3 <i>Uma Ontologia para Ambientes Interativos de Aprendizagem</i>	47
4.1.4 <i>Definição de uma Ontologia em OWL para Representação de Conteúdos Educacionais</i>	50
4.1.5 <i>A Web Semântica na Significação de Conteúdos: uma Ontologia Para Representação do Domínio de Objetos de Aprendizagem do tipo Exercício</i>	52
4.1.6 <i>Construção de ontologia para suporte cognitivo a um ambiente de aprendizagem.</i>	54
4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	56
4.2.1 <i>Características das metodologias nas ontologias:</i>	58

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
5.1 RESULTADOS OBTIDOS	61
5.2 CONCLUSÃO.....	62
6. REFERÊNCIAS	63

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo relata as principais motivações para escolha do tema “ONTOLOGIAS PARA OBJETOS DE APRENDIZAGEM: metodologias e ferramentas de desenvolvimento”, além de apresentar os objetivos gerais e específicos da pesquisa.

O surgimento de novas tecnologias da informação e comunicação é cada vez mais constante em nossa sociedade aumentando a cada dia a quantidade de dados disponíveis na web apoiando à estruturação de novas propostas educacionais. Com isso, explorar as potencialidades disponibilizadas por essas tecnologias e criar ambientes virtuais para os materiais didáticos digitais conhecidos como Objetos de Aprendizagem (OA), enfatizam e facilitam a aquisição do conhecimento. Porém, conforme Rodrigues et al. (2005 apud BITTENCOURT, 2006), a criação desses ambientes não é um trabalho simples. O processo é bastante complexo e lento devido aos esforços que vão desde o escopo do ambiente até a fase de assistência e avaliação.

Com base nos problemas relacionados à complexidade mencionada no conhecimento tratado nos ambientes de aprendizagem, os autores Mizoguchi e Bourdeau (2000, apud BITTENCOURT, 2006) apresentam como solução para resolvê-los, o uso de ontologias, como representação do conhecimento. Através de seu uso, também podem ser criadas novas perspectivas para aperfeiçoar a qualidade e aumentar a eficiência da educação baseada na *Web*.

Atualmente a construção de conteúdos educacionais digitais de apoio à aprendizagem, ou seja, Objetos de Aprendizagem são recursos facilitadores e promovedores da própria aprendizagem, ampliando o conhecimento no contexto educacional. Mas, “a produção dos Objetos de Aprendizagem tornou-se uma preocupação e tem sido cada vez mais pesquisados e produzidos nos meios acadêmicos” (FERNANDES et al., 2008). No entanto, mesmo existindo muitos repositórios de armazenamento e gerenciamento desses objetos, ainda encontra-se uma grande dificuldade em localizar documentação especificando as informações na rede mundial de computadores, contendo somente características relevantes ao próprio elemento, não encontrando classificações e agrupamento dessas informações. Essa falta de valores apropriados às informações dos OA acaba dificultando o seu reuso, pois se não estão adequadamente descritos, não é possível buscá-los e recuperá-los (WARPECHOWSKI, 2005).

Neste sentido, “as próximas gerações de sistemas educacionais baseados na Web, deverão ser desenvolvidas com embasamento em ontologias¹ e o desenvolvimento da Web Semântica” (ARAUJO; GRIGAS; FERREIRA, 2004). Visto que, com esse grande número de informações disponibilizadas na *web* faz-se necessário utilizar as ontologias devido à necessidade crescente de uma maior troca e reutilização dessas informações entre os sistemas, entre as pessoas, e entre sistemas e seus usuários. Também é possível estruturar e organizar as informações dos OA para que os usuários possam fazer suas buscas de forma mais inteligente e eficiente.

Desta forma, a presente pesquisa que possui característica qualitativa e exploratória tem como finalidade a realização de um estudo bibliográfico fazendo uma análise das ontologias utilizadas na definição de Objeto de Aprendizagem. Assim após a coleta de dados será realizada a análise desses, caracterizando os conceitos abordados no levantamento dos dados.

1.1 MOTIVAÇÃO

Mesmo existindo muitos estudos sobre os Objetos de Aprendizagem, ainda há uma necessidade de estruturação e organização dos mesmos, para que os usuários possam fazer suas buscas de forma mais inteligente e precisa. Assim, faz-se necessário descobrir ontologias que trabalhem com esses objetos de forma a contextualizar os dados e tornar mais eficiente sua interpretação, para que os problemas de falta de informação e valor inconsistente dos OA sejam resolvidos.

1.2 OBJETIVO GERAL

Apresentar ontologias para Objetos de Aprendizagem, através de uma pesquisa bibliográfica de documentos que abordam o tema. Por meio do levantamento das ontologias, mostrar quais as metodologias para desenvolvimento e as ferramentas utilizadas para construção dessas ontologias.

¹ Ontologia estuda uma série de formalismos capazes de representar os conceitos, as relações entre os conceitos e a semântica de um domínio do conhecimento, Almeida (2006).

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar documentos que contemplem o assunto.
- Analisar e selecionar tais documentos para identificação das ontologias discutidas nos mesmos;
- Identificar e catalogar as ontologias utilizadas para Objeto Aprendizagem;
- Identificar as metodologias e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento de ontologias.
- Apresentar um estudo comparativo entre as ontologias para Objetos de Aprendizagem, metodologias e ferramentas utilizadas por cada uma.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado da seguinte maneira:

- **Capítulo 1 – Introdução:** Será abordada a delimitação do tema desta pesquisa, os objetivos, a motivação e outros elementos necessários para situar o tema do trabalho.
- **Capítulo 2 – Revisão da Literatura:** São descritos os conceitos básicos necessários para o entendimento de todo trabalho. Abordando os principais conceitos e características sobre Objetos de Aprendizagem e Metadados. Apresenta o conceito de ontologias, suas características, seu papel na organização da informação. Descreve também, uma pesquisa sobre a construção de ontologias, listando metodologias, linguagens utilizadas para a construção, finalizando com as principais ferramentas para desenvolvimento.
- **Capítulo 3 – Método de Pesquisa:** Apresenta qual a metodologia utilizada na pesquisa para obtenção dos objetivos definidos.
- **Capítulo 4 – Análise dos Resultados:** Aborda a análise dos resultados encontrados.
- **Capítulo 5 – Considerações Finais:** Apresenta os resultados obtidos, assim como a conclusão da pesquisa.
- **Capítulo 6 – Referências:** Apresenta as referências utilizadas durante a elaboração deste trabalho.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Nesta sessão serão abordados os conceitos básicos necessários para o entendimento de todo o trabalho.

2.1 OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Fatores diversos podem interferir no processo de ensino e aprendizagem dificultando a comunicação e o aprendizado de conteúdos. Os alunos possuem dificuldades, interesses e motivações diferentes. Para melhorar a qualidade de ensino, a procura por soluções avançadas para a disseminação do conhecimento baseadas em Objetos de Aprendizagem é cada vez mais constante, onde um educador trabalha com as dificuldades de cada educando, utilizando ferramentas que auxiliem na passagem do conhecimento e permitam ao educando a assimilação do conteúdo (AUDINO, 2010).

Nesse sentido, a busca por novos paradigmas pedagógicos está sendo proporcionada através dos Objetos de Aprendizagem, que surgiram com a finalidade de aprimorar as metodologias educacionais, para serem reutilizados de diferentes formas. Os mesmos são encontrados em diversos formatos e linguagens, que tem por objetivo mediar e qualificar o processo de ensino-aprendizagem. Um dos principais atrativos do OA é a reusabilidade, que diz respeito à capacidade de reutilização desses materiais, possibilitando uma melhor utilização por parte dos desenvolvedores, assim também como em diferentes contextos de aprendizagem e nas mais diversas áreas do conhecimento (DIAS, 2009).

Esses objetos também foram criados com o intuito de se tornarem facilmente adaptados, podendo funcionar em conjunto com outros objetos ou de forma isolada rompendo barreiras culturais e agregando valor ao objeto a partir de outras contribuições (KONRATH, 2011). Segundo Araújo, Grigas e Ferreira (2004) atualmente, os OA estão tornando-se cada vez mais um exemplo padronizado de armazenamento e distribuição de informações em sistemas de ensino a distância (EAD), através da rede mundial de computadores, internet, permanecendo estruturados para uma integração direta com as tecnologias da Web Semântica, que é o uso de ontologias. As ontologias são utilizadas para organizar os dados e prover uma correta interpretação da definição dos dados melhorando os resultados das buscas e facilitando a automação de tarefas relevantes, evitando o desperdício de tempo.

Dentre os vários conceitos encontrados, diferentes abordagens e definições são destinadas aos AO. Para os autores Müller, Lima e Cury (2013):

No âmbito educacional, tem-se observado que os objetos vêm sendo utilizados em larga escala, sendo um recurso muito importante para aulas à distância, mas que também servem como apoio ao ensino presencial. São recursos educacionais que podem ser utilizados para mediar e qualificar os processos de ensino e de aprendizagem.

Segundo Longmire (2001), os AO apresentam as seguintes características: reuso, facilidade de pesquisa e atualização, modularidade e interoperabilidade. Já o autor Wiley (2001) define como qualquer recurso digital que possa ser reutilizado em vários contextos de aprendizagem. Outros autores classificam os OA de acordo com suas características. Ferlin (2009) divide as diversas características em duas áreas: Pedagógicas e Técnicas. As características pedagógicas estão ligadas com a concepção de objetos que dão suporte e facilitam o processo de aprendizagem, visando a adquirir o conhecimento. O autor kemczinsk et al., 2012 representa algumas das características pedagógicas demonstradas na Tabela 1.

Tabela 1: Características Pedagógicas

Característica	Conceito	Autor
Interatividade	Sistema oferece suporte às concretizações e ações mentais.	Assis e Abar (2006 apud KEMCZINSK et al., 2012).
Autonomia	Recursos de aprendizagem que proporcionem a autonomia, incentivando a iniciativa e tomada de decisão.	Ramos e Santos (2006 apud KEMCZINSK et al., 2012).
Cooperação	Os usuários trocam idéias e trabalham coletivamente sobre o conceito apresentado.	Ramos e Santos (2006 apud KEMCZINSK et al., 2012).
Cognição	Refere-se às sobrecargas cognitivas colocadas na memória do aprendiz durante a instrução.	Febre et al. (2003 apud KEMCZINSK et al., 2012).
Afeto	Está relacionado com sentimentos e motivações do aluno com sua aprendizagem e colegas.	Ramos e Santos (2006 apud KEMCZINSK et al., 2012).

Fonte: (KEMCZINSK et al., 2012)

Já as características técnicas referem-se, as dimensões de padronização, classificação, armazenamento, recuperação, transmissão e reutilização dos OA (SILVA; COSTA, 2004 apud KEMCZINSK et al., 2012). Na literatura são encontradas diversas características técnicas, a Tabela 2 descreve algumas destas características definidas pelo autor.

Tabela 2: Características Técnicas

Característica	Conceito	Autor
Adaptabilidade	Representa a potencialidade de um objeto de aprendizagem ser adaptável a qualquer ambiente de ensino.	Mendes ET al., (2005 apud KEMCZINSK et al., 2012).
Agregação	Recursos podem ser agrupados em conjuntos maiores de conteúdos, incluindo estruturas tradicionais de cursos.	Silva e Costa (2004 apud KEMCZINSK et al., 2012).
Classificação	Permite a catalogação dos objetos auxiliando na identificação dos mesmos, facilitando o trabalho dos mecanismos de busca.	Quinton (2007 apud KEMCZINSK et al., 2012).
Digital	No computador é trabalhado digitalmente.	Santanchè (2008 apud KEMCZINSK et al., 2012).
Durabilidade	Continuar usando recursos educacionais mesmo quando a base tecnológica muda, sem reprojeto ou recodificação.	Febre ET al. (2003 apud KEMCZINSK et al., 2012).
Interoperabilidade	Implica em utilizar os OA em diferentes locais, independente de ferramentas ou plataformas.	Quinton (2007 apud KEMCZINSK et al., 2012).
Reusabilidade	Representa a potencialidade de um objeto ser usado em diferentes temáticas e para diferentes propósitos na aprendizagem, não exclusivamente para o qual foi concebido.	Santanchè (2008 apud KEMCZINSK et al., 2012).

Fonte: (KEMCZINSK et al., 2012)

De acordo com Kemczinsk et al. (2012), essas características são essenciais para determinar se um OA pode ser considerado de qualidade para o processo educativo, sendo requisitos importantes a serem considerados durante a sua concepção (especificação) e avaliação. Cada autor define esses objetos conforme as características que desejam enfatizar, sejam elas pedagógicas ou técnicas.

Buscando sintetizar os conceitos encontrados sobre OA, os mesmos são compreendidos como quaisquer recursos na forma de arquivos digitais – imagens, vídeos, referências a sites – ou outros materiais que possam suplementar os novos paradigmas de aprendizagem. Tendo com principais características definidas por Silva, Café e Catapan (2010): reusabilidade, adaptabilidade, portabilidade, acessibilidade, durabilidade e interoperabilidade.

- **reusabilidade:** devem ser desenvolvidos de forma a compor diversas unidades de aprendizagem;
- **portabilidade:** devem ser criados com a possibilidade de se mover e se abrigar em diferentes plataformas;
- **acessibilidade:** devem possuir uma identificação padronizada que garanta a sua recuperação;

- **durabilidade:** devem permanecer intactos perante as atualizações de *software* ou *hardware*.
- **interoperabilidade:** devem ser criados para serem operados em diferentes plataformas e sistemas;

Para que o OA possa ser utilizado, reutilizado e referenciado durante o aprendizado, é muito importante que esteja disponível em uma base de dados conhecida como repositório, que são descritos por meio de metadados, integrável a um sistema de gerenciamento de aprendizagem (*Learning Management System*) facilitando assim seu armazenamento e sua recuperação. De acordo com Ferlin et al. (2010), metadados podem ser definidos como dados sobre dados capazes de descrever outros dados. Eles são responsáveis por fornecer um significado real e plausível a um arquivo de dados, ou seja, é a representação de um objeto digital. Sua utilização possibilita identificar os objetos, auxiliando na filtragem de uma busca, categorizando e especificando o OA, além de facilitar a recuperação de um registro. Eles disponibilizam, descrevem, localizam e auxiliam na compreensão dos dados, transformando-os em conhecimento.

Os metadados fornecem informações sobre um determinado recurso sejam eles físicos ou digitais, promovendo a interoperabilidade, identificação, compartilhamento, integração, utilização/reutilização, gerenciamento e recuperação dos mesmos de maneira mais eficiente. São dados descritivos que podem informar sobre o título, autor, data, publicação, palavras-chaves, descrição, localização de recursos, seus objetivos e características, mostrando *como, quando e por quem* o recurso foi armazenado e *como está formatado*. (GOMES et al., 2007).

Para definir, catalogar, disciplinar e fazer uma descrição do conteúdo dos OA usa-se de padrões que permite a uniformização e ampliação da qualidade da documentação dos objetos e da reutilização dos mesmos (FERLIN et al., 2010). Com o uso desses padrões minimiza-se o tempo no desenvolvimento de pesquisas acerca da definição desse tipo de tecnologia, bem como se diminui o tempo de tratamento das informações geradas. Atualmente existem diversas especificações (documentos formais) que norteiam a elaboração de metadados para OA. “Cabendo a cada professor, designer instrucional ou desenvolvedor de repositório escolher a especificação que vai utilizar” (SILVA, 2011). Dentre as diversas especificações algumas se destacam, entre elas estão: o LTSC (*Learning Technology Standards Committee*), do IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), que desenvolveu um padrão de metadados conhecido como LOM - *Learning Object Metadata*, e o *Dublin Core* do DCMI (*Dublin Core Metadata Initiative*).

Para Silva (2011), a especificação IEEE LOM destaca-se por ser uma das mais consolidadas, pois se torna presente em muitas pesquisas da área. Ela consiste em um

conjunto de 76 elementos agrupados em nove categorias: *General, Life Cycle, Meta-Metadata, Educacional, Technical, Rights, Relations, Annotation, e Classification*, permitindo desde a identificação do recurso, controle do ciclo de vida do objeto de aprendizagem e descrição pedagógica definidas na Tabela 3.

Tabela 3: Categorias da especificação IEEE LOM

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	DESCRIÇÃO
Geral	Identificador; Título; Linguagem; Descrição; Palavra-chave; Cobertura; Estrutura; Agregação de Nível.	“Agrupa informações gerais que descrevem os OA como um todo”. DIAS, Carla Cristina Lui et al., 2009.
Ciclo de vida	Versão; Estado; Contribuição.	“Reúne as características relacionadas com a história e o estado atual do OA e como estas têm afetado o objeto durante a sua evolução”. DIAS, Carla Cristina Lui et al., 2009.
Meta-Metadata	Identificador; Contribuição; Esquema Metadata; Linguagem.	“Provê informações sobre a instância de metadados”. DIAS, Carla Cristina Lui et al., 2009.
Educacional	Tipo de interação; tipo de recurso de aprendizagem; Recurso; Tipo; Nível de anteratividade; Densidade Semântica; Contexto; Faixa típica de Idade; Dificuldade; Tempo de aprendizagem; Descrição; Linguagem.	“Reúne as características educacionais e pedagógicas do objeto de aprendizagem”. DIAS, Carla Cristina Lui et al., 2009.
Técnico	Formato; Tamanho; Localização; Nome; Requisitos; Observações de instalação; Requisitos de outros de plataformas; Duração.	“Agrupa as características e os requisitos técnicos do OA”. DIAS, Carla Cristina Lui et al., 2009.
Direitos	Custo; Direitos autorais; Outras restrições de direitos; Descrição.	“Descreve as propriedades intelectuais e condições de uso para o objeto de aprendizagem”. DIAS, Carla Cristina Lui et al., 2009.
Relações	Tipo; Recursos.	“Agrupa características que definem o relacionamento entre o objeto de aprendizagem e demais OA relacionados”. DIAS, Carla Cristina Lui et al., 2009.
Anotação	Entidade; Data; Descrição;	“Provê os comentários sobre o uso educacional do objeto de aprendizagem, além de prover informações de quando e por quem os comentários foram criados”. DIAS, Carla Cristina Lui et al., 2009.
Classificação	Objetivo; Descrição; Palavra-chave.	“Descreve o OA em relação a um sistema de classificação em particular”. DIAS, Carla Cristina Lui et al., 2009.

Fonte: (VICARI et al., 2010)

Outro padrão de metadados utilizado para identificação de OA é Dublin Core que se caracteriza por ser destinada para qualquer recurso digital, incluindo OA. Ele contém apenas

15 elementos simples e auto-explicativos, descritos na Tabela 4, essenciais para a identificação do recurso (MARCONDES, 2005) que são:

Tabela 4: Elementos descritos do Dublin Core

1. <i>Title</i>	1. Título
2. <i>Creator</i>	2. Criador (responsável pelo documento)
3. <i>Subject</i>	3. Assunto
4. <i>Description</i>	4. Descrição (resumo, sumário)
5. <i>Publisher</i>	5. Publicador (quem torna o documento disponível na internet)
6. <i>Contributor</i>	6. Colaborador (editores, tradutores, etc.)
7. <i>Date</i>	7. Data
8. <i>Type</i>	8. Tipo
9. <i>Format</i>	9. Formato (formato do arquivo – texto, pdf, HTML ou outro)
10. <i>Identifier</i>	10. Identificador (geralmente o URL de um documento eletrônico)
11. <i>Source</i>	11. Fonte
12. <i>Language</i>	12. Idioma
13. <i>Relation</i>	13. Relações (relacionamento com outros documentos)
14. <i>Coverage</i>	14. Cobertura
15. <i>Rights management</i>	15. Direitos

Fonte: (MARCONDES, 2005)

Os elementos de metadados DC podem ser organizados em três grupos conforme é representado na Tabela 5, que indicam as características das informações que contemplam (SILVA, 2011):

Tabela 5: Grupos do Dublin Core

Relacionados com o conteúdo	Relacionados com a propriedade intelectual do recurso	Relacionados com características formais do recurso
<i>Title</i>	<i>Creator</i>	<i>Date</i>
<i>Subject</i>	<i>Contributor</i>	<i>Format</i>
<i>Relation</i>	<i>Publisher</i>	<i>Identifier</i>
<i>Source</i>	<i>Rights</i>	<i>Language</i>
<i>Coverage</i>		
<i>Type</i>		

Fonte: (SILVA, 2011)

Encontra-se outras especificações direcionadas a descrição de AO, na qual a maior parte delas apóia-se na especificação IEEE LOM, e suas derivações são justificadas em

atender o contexto local, personalizando, adicionando e removendo alguns elementos com o objetivo de adequar a especificação às necessidades locais, em especial, as características pedagógicas, que normalmente tem estruturas educacionais próprias. Mas com uma vasta e crescente quantidade de OA disponíveis na *Web*, a questão passa a ser como classificar e documentar tais objetos, de maneira que se possam projetar ferramentas aptas a encontrá-los e utilizá-los, (FERLIN, 2009).

De acordo com Silva (2011), “o uso de metadados está diretamente ligado a um repositório onde os recursos estão armazenados, permitindo que o auxílio de uma estrutura de metadados seja possível indexar e recuperar informações”. Os repositórios retratam uma ação para o compartilhamento de recursos existentes na web. São sistemas que permitem o armazenamento que visa o gerenciamento, conservação e recuperação dos objetos permitindo identificar as principais características dos recursos disponíveis. Downes (2002 apud Silva, 2011) defende que:

Os repositórios de objetos de aprendizagem, em especial, voltam-se para dois tipos de atuação: 1) aqueles que contêm tanto os objetos de aprendizagem como os metadados desses objetos; 2) aqueles que contêm somente os metadados dos objetos de aprendizagem sendo que os objetos encontram-se armazenados em outro lugar, no qual o repositório poderá localizá-los a partir das informações dos metadados e por uma ferramenta adequada para isso.

Desta forma, os Repositórios dos Objetos de Aprendizagem (ROA) devem assegurar a organização, tratamento, preservação, compatibilidade e acessibilidade desses objetos, sendo imprescindíveis para o usuário encontrar matérias com padrão em termos de qualidade e formato.

2.2 ONTOLOGIA

A quantidade de dados disponíveis hoje é muito ampla e vem crescendo de forma acelerada, principalmente na internet. Com este alto crescimento, o emprego de técnicas para melhoria no tratamento da informação e organização destes dados torna-se imprescindível, atuando principalmente na sua seleção, no seu processamento, recuperação e na sua disseminação (MORAIS; AMBRÓSIO, 2007). Neste sentido, uma abordagem que tem recebido uma atenção na organização de informações nesses últimos anos, sobretudo no que diz respeito à representação formal de conhecimento são as ontologias. As mesmas têm sido desenvolvidas para facilitar o compartilhamento e reutilização de informações.

A criação de uma ontologia para os OA permite maior organização e coerência dos conteúdos dispostos em sistemas educacionais, fazendo com que as consultas sejam mais precisas e atendam às reais necessidades dos usuários (CARNEIRO; BRITO, 2005). São

inúmeros os benefícios quando se define um domínio de interesse com ontologias, como: compartilhamento do conhecimento, aplicação de uma ontologia genérica para um domínio de conhecimento específico e compreensão semântica dos dados do domínio. Para assegurar que uma ontologia seja definida com eficiência é indispensável determinar o domínio de conhecimento com objetividade, descrevendo o conhecimento essencial ao domínio e definindo um vocabulário que evite interpretações ambíguas Gruber (1993 apud CARNEIRO; BRITO, 2005).

Segundo Navigli e Velardi (2004 apud Carneiro e Brito, 2005).

O objetivo de uma ontologia, sobretudo aquelas destinadas à representação de um domínio, é reduzir (ou eliminar) a confusão conceitual e terminológica sobre os membros de uma comunidade virtual de usuários, os quais precisam compartilhar documentos eletrônicos e informações de vários tipos.

Uma ontologia é geralmente formada por técnicos e determina as normas aceitáveis nos ajustes entre termos e relações em um domínio do conhecimento. Os usuários formulam consultas usando conceitos definidos pela ontologia. Uma das acepções mais conhecidas para ontologias é mostrada por GRUBER (1992 apud MORAIS; AMBRÓSIO, 2007), o autor caracteriza ontologia como uma especificação explícita de uma conceitualização. O termo é emprestado da filosofia, na qual corresponde a um relato sistemático da existência do ser; é o estudo dos tipos de “coisas” que existem (CARNEIRO e BRITO, 2005).

Borst (1997 apud ALMEIDA 2006) delinea uma significação muito aprovada pela sociedade ontologista: “uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada”, onde a expressão “formal” refere-se à legível para computadores; “especificação explícita” estaria relacionada a conceitos, propriedades, informações válidas explicitamente definidas; “compartilhado” seria conhecimento consensual; e “conceitualização” estar relacionado um modelo abstrato de algum fenômeno do mundo real.

Chandrasekaran e Josephson (1999 apud Carneiro e Brito, 2005) definem ontologias como teorias de conteúdo sobre os tipos e propriedades dos objetos e as relações entre objetos que são possíveis em um domínio de conhecimento específico. Segundo os autores, as ontologias proporcionam termos potenciais para delinear nosso conhecimento sobre o domínio. Muitos conceitos são atribuídos a ontologias como, por exemplo, “conjuntos de conceitos, termos e relações que podem expor alguma área de conhecimento (domínio) e construir seu entendimento” (ARAÚJO; GRIGAS; FERREIRA, 2004). A importância de uma ontologia é explicar a elaboração de um conhecimento, onde as principais motivações para construí-la podem ser representadas na Figura 1.

“Sem ontologia, ou sem a conceituação do conhecimento, não pode haver um vocabulário que represente o conhecimento.” (CARNEIRO e BRITO, 2005).

A ontologia define as regras que regulam a combinação, entre os termos e as relações. As relações entre os termos são criadas por especialistas, e os usuários formulam consultas usando os conceitos especificados. Uma ontologia define assim uma “linguagem” (conjunto de termos) que será utilizada para formular consultas. (ALMEIDA e BAX, 2003).

Ontologias podem ser compartilhadas para uso, em conjunto, com outras ontologias ou ferramentas, possibilitando também a interoperabilidade (VEDRAMI, 2012).

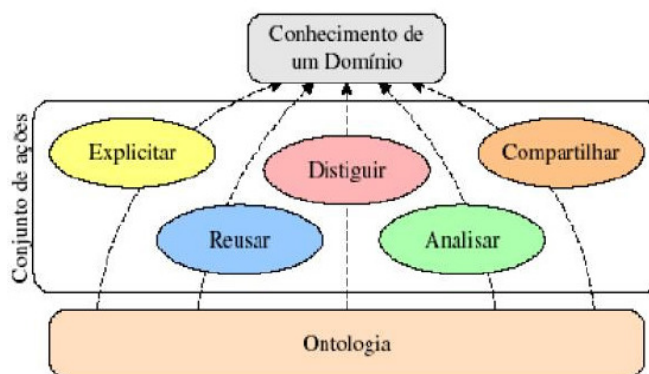


Figura 1. Síntese das motivações para criação de ontologias
Fonte: Pinto, Pereira e Burnham (2005, apud CARNEIRO; BRITO, 2005)

São encontradas na literatura diversas definições para as ontologias, diversos tipos, propostas para aplicação em diferentes áreas de conhecimento e propostas para a construção de ontologias (metodologias, ferramentas e linguagens) (ALMEIDA; BAX, 2003). As ontologias não apresentam sempre a mesma estrutura, mas existem características e elementos básicos comuns presentes em grande parte delas. Mesmo apresentando propriedades distintas, é possível identificar tipos bem definidos. Segundo Carneiro e Brito (2005), uma ontologia pode ser apontada utilizando cinco componentes: conceitos (que são geralmente organizados por taxonomias), relações, funções, axiomas e instâncias.

- Os conceitos podem ser “qualquer coisa” a respeito de “algo” que se está explicando, e por esse motivo pode ser a descrição de uma tarefa, função, ação, estratégia ou processo de raciocínio.
- As relações são um tipo de interação entre os conceitos de um domínio e seus atributos.
- As funções são um tipo especial de relação.
- Os axiomas são usados para modelar sentenças que são sempre verdadeiras e podem ser usados com vários propósitos, tais como: impor restrições, verificar a correção e realizar dedução de novas informações.

- As instâncias representam elementos do domínio associados a um conceito específico.

Para o autor Vendrami (2012) os componentes básicos e comuns a uma ontologia estão definidos em apenas quatro, que são:

- Classe: são usadas para descrever conceitos. Assim, as classes indicam cada um dos membros que formam um domínio específico.
- Relações: representam um tipo de interação entre as classes e domínio.
- Propriedades: consistem nos atributos, características ou elementos que as classes devem possuir.
- Axiomas: usadas para modelagem de sentenças que são sempre verdadeiras.

As ontologias recebem vários conceitos diferentes durante sua evolução, mas todos são abordados no mesmo sentido. Então, pode-se dizer de forma clara, que uma ontologia é um conjunto de conceitos que descrevem uma determinada estruturação básica para moldar e uma base de conhecimento tornando uma taxionomia com seus conceitos relacionados, objetivando assim facilitar sua compreensão e permitir seu compartilhamento (MORAIS; AMBRÓSIO, 2007).

2.2.1 A importância das metodologias na definição de uma ontologia

A escolha de uma ontologia para harmonização semântica e recuperações de informações pode se tornar um processo político, sendo que uma ontologia nem sempre é totalmente adequada a todos aos usuários relacionados a algum domínio específico. Diversas metodologias têm sido desenvolvidas no intuito de sistematizar a definição de ontologias, mas nenhuma delas é considerada a mais adequada, dependendo das necessidades de cada aplicação (MORAIS; AMBRÓSIO, 2007).

Em relação à aplicação Vendrami (2012) diz que, as ontologias podem ser de autoria neutra, especificação e acesso comum a informação. De autoria neutra quando, por exemplo, um aplicativo é descrito em uma única língua e depois convertido para o uso em diversos sistemas, reutilizando-se as informações. Considerada como especificação, quando cria uma ontologia utilizada para documentação no desenvolvimento de softwares. E de acesso comum a informação, quando o vocabulário é inacessível e a ontologia torna a informação possível de ser entendida, proporcionando conhecimento compartilhado dos termos.

Sendo assim, torna-se relevante conhecer suas divisões que são separadas em diversos tipos e padrões. Conforme os autores Mizaguchi, Ikeda e Sinitsa (1995 apud Vendrami, 2012) inicialmente, sugeriram os seguintes tipos de ontologias:

- **Ontologias de conteúdo:** para reutilização de conhecimento. Essas ontologias incluem outras subcategorias: ontologias de tarefas, ontologias de domínio e ontologias geral ou comum.
- **Comunicação:** para a recuperação de caso.
- **Meta-ontológicas:** são equivalentes ao que outros autores se referem como ontologia de representação de conhecimento.

Anos depois o autor Guarino (1998 apud Vendrami, 2012) identificou quatro tipos de ontologias classificadas conforme o seu nível de dependência de uma determinada tarefa ou ponto de vista.

- **Ontologias de nível superior ou genéricas:** são compartilhadas por uma larga comunidade e define apenas termos muito gerais, tais como, espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação, etc., e são independentes de um problema ou domínio particular.
- **Ontologias de domínio:** expressam conceituações de domínios particulares, descrevendo o vocabulário relacionado a um domínio genérico, tal como medicina, indústria farmacêutica ou de computadores. Este é o tipo de ontologia mais comum, geralmente construída para representar um “micro-mundo”.
- **Ontologias de tarefas:** expressam conceituações sobre a resolução de problemas, independentes do domínio em que ocorram, isto é, descreve o vocabulário relacionado a uma atividade ou tarefa genérica. Sua principal motivação é facilitar a integração dos conhecimentos de tarefa e domínio em uma abordagem mais uniforme e consistente, tendo por base o uso de ontologias.
- **Ontologias de aplicação:** descreve conceitos dependentes do domínio e de tarefas particulares. Estes conceitos, frequentemente, correspondem a papéis desempenhados por entidades do domínio, quando da realização de certa atividade. São as ontologias de menor grau de reusabilidade. Devem ser especializações dos termos das ontologias de domínio e de tarefa correspondentes. Estes conceitos normalmente correspondem a regras aplicadas a entidades de domínio enquanto executam determinada tarefa.

Além dos tipos definidos pelos autores, as ontologias são representadas pelas seguintes linguagens: RDF, RDF-Schema, SHOE, OIL, DAML, DAML + OIL e OWL. “O critério para

escolha de uma linguagem para especificação de ontologias varia de acordo com o tipo a ser especificado” (MORAIS; AMBRÓSIO, 2007).

2.3 METODOLOGIAS PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS

Apesar de um grande número de ontologias já ter sido desenvolvido por diferentes comunidades, não há consenso sobre uma metodologia para o processo de desenvolvimento. Sendo assim, mesmo existindo uma série de metodologias desenvolvidas, a sua escolha está relacionada aos objetivos finais que se deseja alcançar com a construção da ontologia, como o detalhamento dos processos utilizados e sua manutenção. Neste sentido, ainda são encontradas algumas dificuldades por parte dos desenvolvedores no processo de implementação da ontologia, isso porque não há padrões, fazendo com que se utilizem critérios próprios para seu desenvolvimento Araújo (2003 apud MATTOS, 2010). Além disso, verifica-se a falta de explicação sistemática de como e onde serão utilizadas as abordagens teóricas dentro de seu processo de preparação (MORAIS; AMBRÓSIO, 2007).

Os respectivos autores afirmam que as metodologias de desenvolvimento de ontologias existem na intenção de sistematizar sua construção e manipulação. Na construção da ontologia o desenvolver pode agrupar-se de uma determinada metodologia e ferramenta, que podem variar de acordo com o intuito da aplicação. Sendo que, todas as metodologias possuem abordagens e características diversas. Entretanto, nenhuma das apresentadas a seguir é totalmente precisa, principalmente se comparadas com metodologias de engenharia de software e engenharia do conhecimento.

A seguir serão detalhadas as metodologias mais citadas em trabalhos acadêmicos pesquisados para este trabalho.

- **Enterprise**

É definida em quatro fases conforme pode ser observada na Figura 2: identificação do propósito; identificação do escopo e codificação; formalização (avaliação da ontologia) e documentação formal. Seu principal objetivo é criar um vocabulário de termos relevantes para as atividades de negócios.

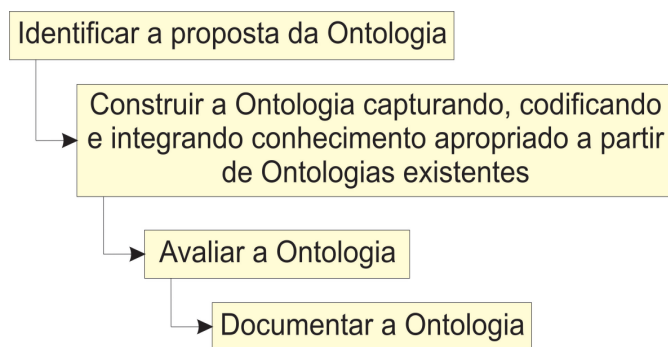


Figura 2. Metodologia Enterprise
Fonte: (MORAIS; AMBRÓSIO, 2007).

A identificação do propósito determina o nível de formalidade que a ontologia deve ser descrita; Na identificação do escopo uma especificação é produzida de acordo com o domínio que a ontologia precisa representar; A formalização é a criação do código, definições formais e axiomas relacionados à ontologia; A documentação formal é a fase onde a ontologia será documentada e as fases de identificação do escopo e formalização podem ser revistas.

Dentro da literatura abordada neste trabalho não foi possível identificar a qual tipo de ontologia a metodologia está inserida.

- **Methontology**

A metodologia foi desenvolvida no Laboratório de Inteligência Artificial da Universidade Politécnica de Madri entre 1996 e 1997 buscando favorecer e criar certa padronização para alcançar um determinado objetivo, ou seja, a construção de ontologias. “É baseada na ontologia a partir do conhecimento de um domínio” (MORAIS; AMBRÓSIO, 2007).

Suas atividades principais são formadas pelo conjunto de estágios apresentados indicando as atividades a serem realizadas durante a construção de ontologias, assim como uma ordem e o nível de detalhamento em que tais atividades devem ser desenvolvidas (ARAÚJO, 2003). Sendo assim, os estágios são dados por: especificação de requisitos - um ciclo de vida baseado em evolução de protótipos para o desenvolvimento de ontologias porque permite adicionar, mudar ou remover termos em cada nova versão, ou seja, novo protótipo da ontologia; conceitualização do domínio do conhecimento; formalização do modelo conceitual em uma linguagem formal, implementação de um modelo formal - que são técnicas particulares para alcançar cada uma de suas atividades e manutenção de ontologias implementadas. Seus estágios iniciais de desenvolvimento (especificação e conceitualização) envolvem um grande esforço dentro das atividades de suporte, como a aquisição de

conhecimento e a avaliação. A metodologia propõe um detalhamento na estruturação das ontologias produzidas após todos os estágios previstos no ciclo de vida.

Segundo (FERNÁNDEZ; GOMES-PÉREZ; JURISTO, 1997) a metodologia Methontology realiza atividades identificadas no processo de desenvolvimento da ontologia, sendo que para cada atividade existem tarefas a serem executadas como:

Conceitualização: Considerada como a principal fase da metodologia, pois se trata da estruturação do domínio do conhecimento, em um modelo conceitual. Baseando no vocabulário adquirido com as fases anteriores, objetivando a descrição dos problemas enfrentados e as suas possíveis soluções.

Aquisição de Conhecimento: Busca as possíveis fontes de conhecimento, tais como entrevistas com especialistas do domínio, consulta a livros, ontologias já existentes, entre outros. Apesar de ser um estágio inicial, deve estar presente em todos os outros. É uma atividade independente no processo de desenvolvimento de ontologias. No entanto, é coincidente com outras atividades. Como se disse antes, a maior parte da aquisição é feita em simultâneo com a fase de especificação de requisitos, e diminui à medida que o processo de desenvolvimento de ontologias avança.

Especificação: Objetiva a elaboração de um documento, utilizando-se linguagem natural, contendo informações como: o principal objetivo da ontologia e seus demais propósitos. Esta fase tem como objetivo produzir tanto um documento de especificação de ontologias informal, semi-formal ou formal escrito em linguagem natural, usando um conjunto de representações intermediárias ou usando questões de competência, respectivamente.

Integração: Objetiva a integração da ontologia que se está construída às outras já existentes, em vez de iniciar do zero. Envolvendo assim, a busca por ontologias que melhor se adequem a conceitualização utilizada. A metodologia propõe como resultado o desenvolvimento de um documento de integração, resumindo: a meta-ontologia que vai usar e, para cada termo cuja definição se vai ser usado: o nome do termo no modelo conceitual, o nome da ontologia a partir da qual terá a sua definição, o nome da definição e os seus argumentos na ontologia.

Implementação: Ontologias requer o uso de um ambiente que suporta a meta-ontologia e ontologias selecionadas na fase de integração. O resultado desta fase é a ontologia codificada em uma linguagem ou em sua linguagem favorita. Qualquer ambiente de desenvolvimento da ontologia deve propiciar alguns requisitos mínimo: um analisador léxico e sintático para garantir a ausência de erros lexicais e sintáticas; tradutores, para garantir a

portabilidade das definições para outras línguas-alvo; um editor, para adicionar, remover ou modificar definições; um navegador, para inspecionar a biblioteca de ontologias e suas definições; um pesquisador, a olhar para as definições mais apropriadas; avaliadores, para detectar insuficiências inconsistências e conhecimento redundante: um mantenedor automático, para gerenciar a inclusão, remoção ou modificação de definições existentes, e assim por diante.

Avaliação: Significa a realização de um julgamento técnico das ontologias, seu ambiente de software e documentação em relação a um quadro de referência durante cada fase e entre fases do seu ciclo de vida. Avaliação subsume os termos de verificação e validação. Verificação se refere ao processo técnico que garante a correção de uma ontologia, seus ambientes de software associados, e documentação referente a um quadro de referência para cada fase e entre fases do seu ciclo de vida. Dentro da avaliação será descrito um documento, como a ontologia foi avaliada, as técnicas utilizadas, o tipo de erros encontrados em cada atividade, e as fontes de conhecimento utilizados na avaliação.

Com a falta de orientações de padronização de documentação para ontologias, os desenvolvedores criam um ciclo vicioso, no qual as únicas documentações disponíveis são: o código da ontologia, o texto em linguagem natural ligado a definições formais e trabalhos publicados em anais de congressos e periódicos.

Por existir essa ausência de metodologias padronizadas, devido ao ontologista não escrever os passos para realizar essa construção, os autores acrescentam como estágio da metodologia, a documentação. Que quebra este ciclo, incluindo a documentação como uma atividade a ser feita durante todo o processo de desenvolvimento de ontologias, através do conjunto de todos os estágios. Assim a documentação seria dada seguindo-se os seguintes passos: após a fase de especificação, recebe-se um documento de especificação de requisitos; após a fase de aquisição de conhecimento, um documento de aquisição de conhecimento; após a conceituação, um documento modelo conceitual que inclui um conjunto de representações intermediárias que descrevem o domínio da aplicação; após a formalização, um documento de formalização; depois da integração, a integração de um documento; após a implementação, o documento de implementação; e durante a avaliação, um documento de avaliação. Formando ao final da construção da ontologia uma documentação formal do processo.

A metodologia METHONTOLOGY é uma das mais abrangentes estudadas, pois engloba a maioria dos aspectos do processo de desenvolvimento de software padronizado pelo IEEE.

- **On-To-Knowledge**

Esta metodologia visa a construir ontologias para aplicações de gestão do conhecimento e são altamente dependentes da aplicação. É baseada em quatro fases conforme é representada na Figura 3: kick-off, refinamento, avaliação e manutenção.

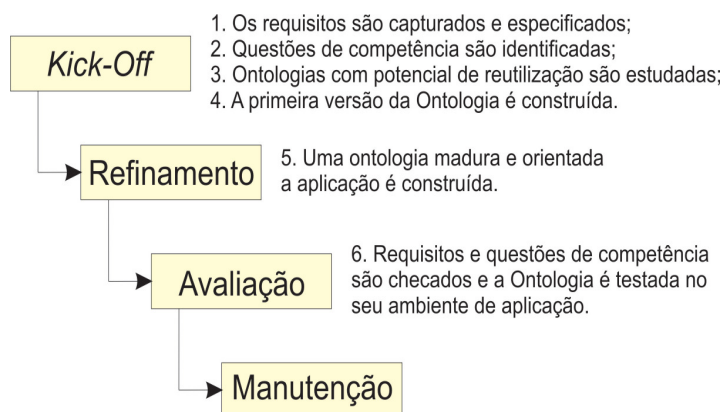


Figura 3. On-To-Knowledge
 Fonte: (MORAIS; AMBRÓSIO, 2007)

No kick-off os requisitos para construção da ontologia são capturados e especificados, questões de competência são identificadas, ontologias potencialmente reutilizáveis são estudadas e uma primeira versão da ontologia é construída; No refinamento, o objetivo é desenvolver uma ontologia mais madura a partir da primeira versão; Na avaliação, os requisitos e as questões de competência são checados e a ontologia é colocada em ambiente de produção; A manutenção envolve atividades de adaptação da ontologia às mudanças nos requisitos e correção de erros. É uma fase de responsabilidade da organização que utilizará a ontologia. Logo, neste trabalho não foi possível identificar a representação do tipo de ontologia apresentada na metodologia.

- **Sensus**

A ontologia SENSUS foi desenvolvida pelo grupo de linguagem natural *Information Sciences Institute* - ISI com o propósito de ser usada para fins de processamento de linguagem natural. Possui aproximadamente 70 mil conceitos organizados em uma hierarquia, de acordo com seu nível de abstração que vai de médio a alto. No entanto, é uma ontologia de larga cobertura que inclui termos de níveis altos e intermediários, mas sua estrutura não contempla termos específicos de um domínio. Primeiramente, dois tipos de ontologia são distinguidos: (a) ontologia de domínio: provê um conjunto de condições para descrever algum domínio.

(b) ontologia de teoria: provê um conjunto de conceitos para representar algum aspecto do mundo (por exemplo. tempo, espaço, causalidade, etc.).

De acordo com o método, os processos envolvidos na construção da ontologia de um domínio específico seriam (SILVA; SOUZA; ALMEIDA, 2008):

- Identificar termos-chave do domínio
- Ligar manualmente os termos-chave à ontologia SENSUS;
- Adicionar caminhos até o conceito de hierarquia superior da Sensus;
- Adicionar novos termos para o domínio;
- Adicionar subárvores completas.

- **Método Cyc**

Este método está separado em duas fases: Nas fases é desenvolvida uma ontologia contendo as definições mais abstratas que será então redefinida em seguida, para representar o conhecimento pretendido. Neste sentido, a primeira fase consiste em codificar manualmente o conhecimento implícito e explícito das diferentes fontes, e, quando já se tem conhecimento suficiente na ontologia, assim na segunda fase, um novo consenso pode ser obtido por auxílio de ferramentas de processamento que utilizam linguagem natural (FERREIRA, 2003).

O método Cyc foi desenvolvido a partir da experiência de desenvolvimento da base de conhecimento Cyc. Esta base de conhecimento tem com objetivo ser um resumo do conhecimento humano, contendo uma grande quantidade de conhecimento de senso comum descrevendo objetos e ações do cotidiano. O método tem Cycl como linguagem de interpretação. A linguagem possui uma máquina de inferência que permite herança múltipla, classificação automática, manutenção de links inversos, verificação de restrições, busca ordenada, constatação de contradição e módulo de resolução (SILVA; SOUZA; ALMEIDA, 2008).

Os autores consideram três processos para o desenvolvimento: *i) extração do conhecimento de senso comum; ii) extração auxiliada por computador e; iii) extração gerenciada por computador.*

No primeiro processo, o conhecimento promovido para a ontologia é obtido de forma manual em diferentes fontes como artigos, livros e jornais. O segundo processo é dirigido de maneira automática, isto é, com uso de ferramentas computacionais de processamento de linguagem natural e aprendizado de máquina capazes de usar conhecimento de senso comum suficiente para investigar e descobrir novas percepções. E, o último processo é dirigido por um número maior de ferramentas no sentido de administrar a extração de conhecimento de

senso comum (partes consideradas difíceis de serem interpretadas nas fontes de conhecimento envolvidas) na base Cyc.

Além das metodologias e métodos descritos nesta seção, existem outros que são menos discutidos nas literaturas, por este motivo não foram definidas neste trabalho. Dentre eles estão: **Tove, Ontology, Kactus, KBSI IDEF5**, que auxiliam a criação, a modificação e a manutenção de ontologias. Essas metodologias e métodos aparecem com menor frequência nos trabalhos estudados, sendo que as metodologias com maior ocorrência eram quase sempre as mesmas. O uso de metodologias aliadas às ferramentas para o desenvolvimento de ontologias ajuda a sistematizar e manipular esse processo de construção.

2.4 FERRAMENTAS PARA CONSTRUÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DE ONTOLOGIAS

Construir ontologias não é uma tarefa fácil, já que representa tornar aquilo que normalmente está implícito em algo explícito. Como já dito, as ferramentas de edição unidas às metodologias podem simplificar consideravelmente o processo de desenvolvimento de uma ontologia, desde o início ou a partir de outras já existentes. Geralmente, estas ferramentas incluem documentação, importação e exportação de ontologias existentes, visualização gráfica, bibliotecas e mecanismos de inferência (MARQUES; GONÇALVES, 2010).

Existem situações em que é necessário construir ontologias:

“para compartilhar a estrutura de informação comum entre pessoa ou softwares, para reutilizar o conhecimento do domínio, para tornar explícitos fatos consensuais, para separar um domínio do conhecimento do conhecimento operacional, para analisar um domínio.” (NOY; GUINNESS, 2001, p. I).

Em função da diversidade de linguagens de construção de ontologias existentes, muitas ferramentas também foram propostas. Praticamente todas as linguagens possuem ao menos uma ferramenta para apoiar a construção de ontologias (MORAIS; AMBRÓSIO, 2007). Entre as linguagens mais utilizadas podemos destacar então:

XML (*Extensible Markup Language*): é uma linguagem que permite a construção de documentos legíveis para seres humanos e que podem ser facilmente tratados por máquinas. É um conjunto de regras para a definição de marcadores semânticos, que dividem um documento em partes identificáveis. É uma meta-linguagem que define uma sintaxe para ser utilizada na criação de outras linguagens de marcação para um domínio específico, com estrutura e semântica próprias.

RDF: foi desenvolvido pelo W3C (*the Word Wide Web Consortium*) como uma linguagem baseada em rede semântica para descrever recursos da Web. A linguagem é a

combinação de RDF e RDF-Schema, que também foi desenvolvido pela W3C como uma extensão do RDF com primitivas baseadas em frame.

RDFS: também desenvolvido pela W3C como extensão do RDF é bastante expressiva, permitindo a representação de conceitos, taxonomias de conceitos e relações binárias. Algumas máquinas de inferência têm sido criadas para esta linguagem, principalmente para checar restrições.

WOL (*Ontology Web Language*): é recomendada da W3C. É uma linguagem para ser utilizada quando as informações contidas em documentos *web* precisam ser processadas por aplicações em situações em que seu conteúdo precisa mais do que ser apresentado apenas para humanos. Pode ser usada para representar explicitamente o significado de termos em vocabulários e os relacionamentos entre os termos. Uma Ontologia OWL pode incluir, além de definições de classes, suas referentes propriedades e seus relacionamentos. Possui mais facilidades para expressar significados e semântica que as linguagens XML, RDF e RDF(S), também representam conteúdo interpretável por máquinas na *Web*. É uma revisão da linguagem DAML + OIL.

Para produzir uma ontologia, primeiro é necessário estabelecer o que a aplicação precisa em termos de clareza. Pois, nem todas as linguagens permitem representar os mesmos componentes e raciocínio do mesmo modo.

É considerada de extrema importância que o usuário conheça as principais características das ferramentas disponíveis para o desenvolvimento de ontologia, para assim escolher aquela que mais se adéque a seu objetivo. Dentre as técnicas para construção de ontologias os autores citam as seguintes ferramentas: (MORAIS; AMBRÓSIO, 2007).

- **Protégé 2000**

É um ambiente interativo para construção de ontologias, que oferece uma interface gráfica para sua edição. Sua arquitetura é modulada e permite a inserção de novos recursos. Foi desenvolvido pelo grupo de informática médica da Universidade de Stanford. A

Figura 4 representa a interface da ferramenta.

Possui código aberto em uma aplicação standalone, composta por um editor de ontologia e uma biblioteca de plugins com funcionalidades. Atualmente importa/exporta para diversas linguagens, dentre elas Flogic, OIL, XML e Prolog.

Segundo Almeida (2006) define as seguintes características para a ferramenta:

[...] está disponível para uso imediato; não exige grandes recursos de *hardware* nem licenças; conta com o envolvimento de uma grande comunidade de pesquisa e de usuários; foi concebida há mais de dez anos; é frequentemente atualizada; possui interface amigável e documentação; possui grande número de funcionalidades que permitem representar particularidades de um domínio organizacional.

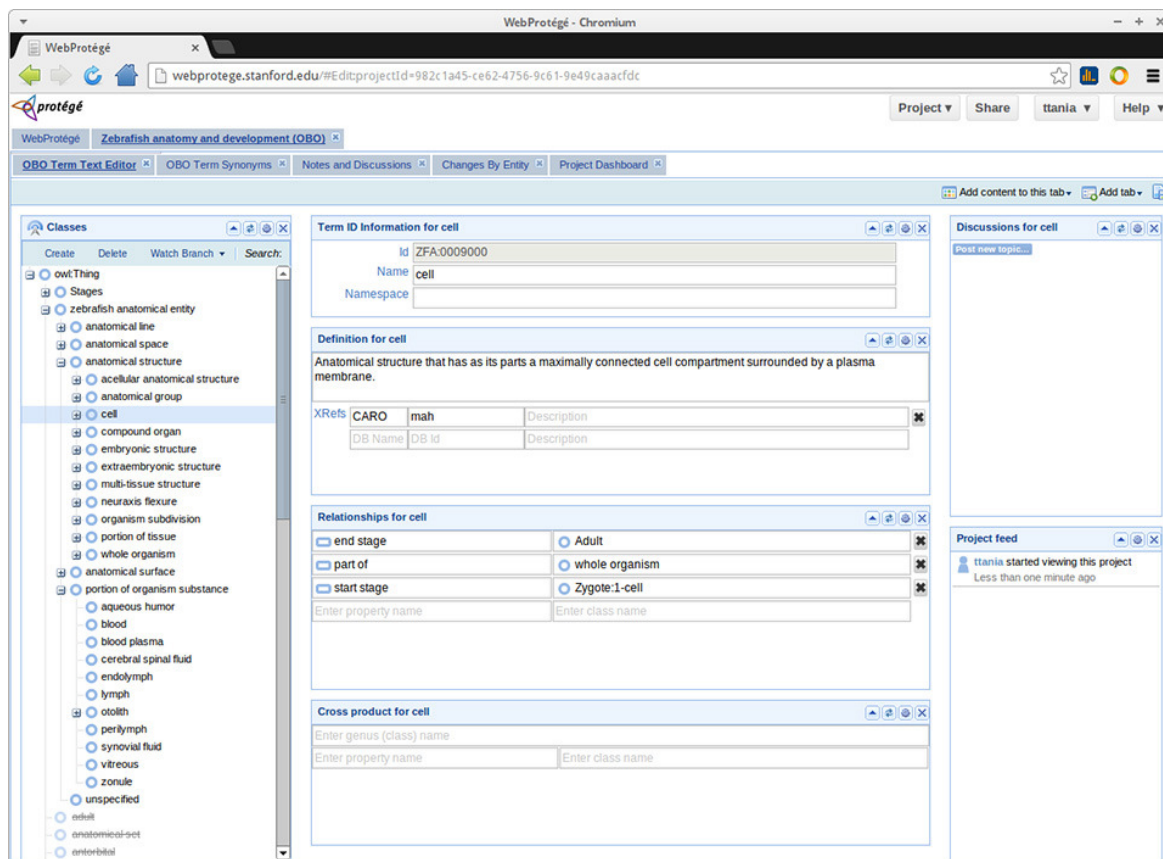


Figura 4. Ambiente Protégé
Fonte: <http://protege.stanford.edu>

- **WebODE**

Foi desenvolvido no laboratório de inteligência artificial da Universidade Politécnica de Madri. É uma aplicação *Web*, onde as ontologias são armazenadas em bases de dados relacionais. Possui serviços de documentação, avaliação e fusão de ontologias. Dá suporte para a metodologia Methontology. Atualmente importa/exporta, dentre outras linguagens de marcação, para XML, RDF(S), OIL, DAML + OIL, CARIN, Jess, Flogic e Prolog. O ambiente apresentado na Figura 5 fornece uma API (*application programming interface*) que facilita a integração com outros sistemas Arpírez et al. (2001 apud Almeida 2006).

Características principais:

- Arquitetura extensível;

- Aplicação Web;
- Ontologias armazenadas em bases de dados relacionais;
- Serviços de documentação, avaliação e fusão de ontologias.

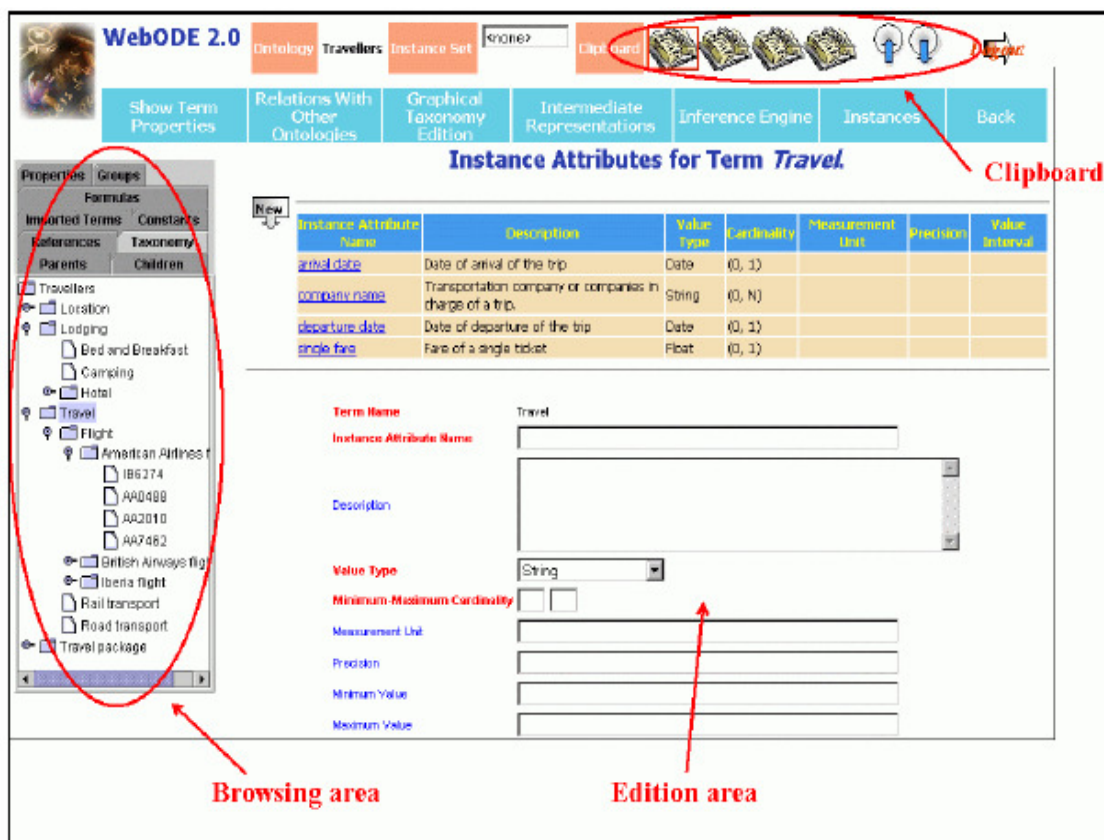


Figura 5. Ambiente WebODE
Fonte: (MORAIS; AMBRÓSIO, 2007)

- **OntoEdit**

É um ambiente gráfico para edição de ontologias que permite inspeção, navegação, codificação e alteração de ontologias. Foi desenvolvido pela AIFB (*Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren*) na Universidade de Karlsruhe. Possui arquitetura extensível baseada em plugins e atualmente está disponível nas seguintes versões: OntoEdit Free e OntoEdit Professional. Possui suporte para metodologia On-to-Knowledge e importa/exporta para as linguagens Flogic, XML, RDF(S), DAML+OIL. “A mais elaborada em termos de funcionalidades” (ALMEIDA, 2006). Todas as funcionalidades do ambiente de trabalho apresentada na Figura 6 baseiam-se no paradigma de navegação da *web*. Sua maior vantagem é permitir a criação de ontologias a partir de arquivos texto.

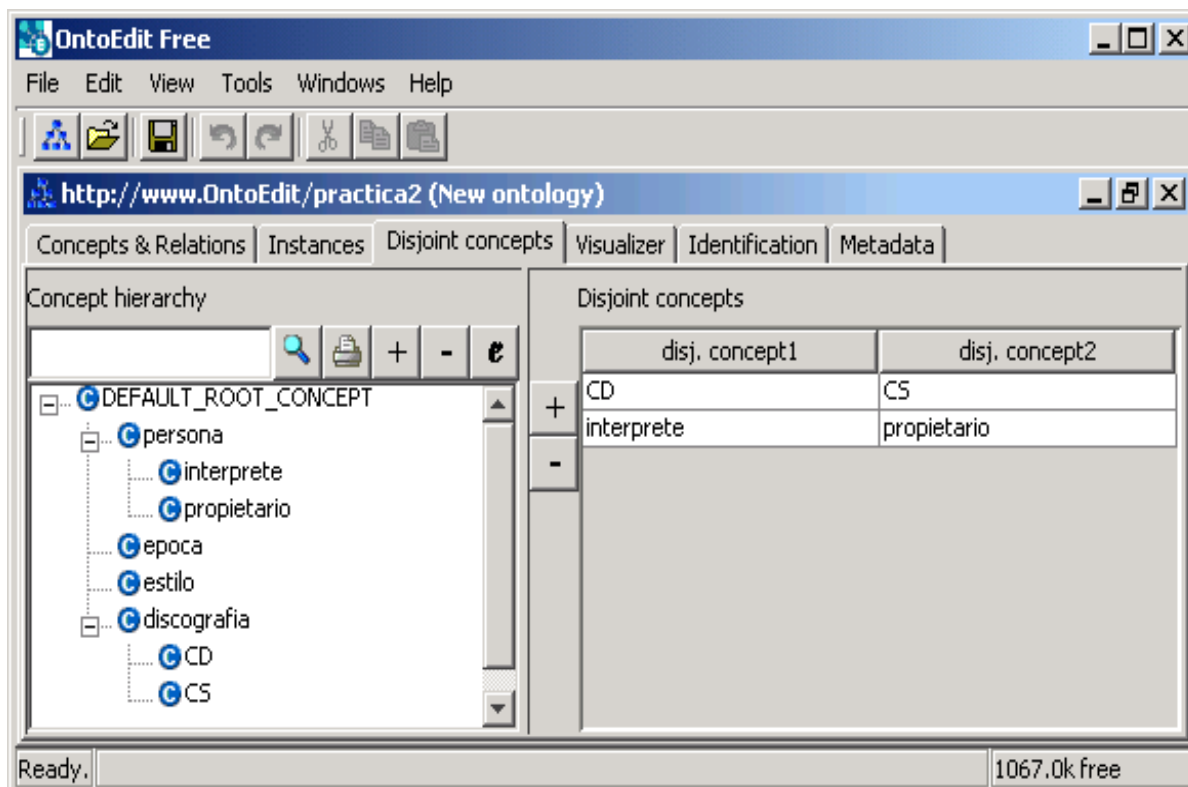


Figura 6. Ambiente OntoEdit

Fonte: http://personales.upv.es/ccarrasc/doc/2003-2004/OntoEdit/presentacion_html/definiciononto.html

- **WebOnto**

Ferramenta que possibilita a visualização, navegação, criação e edição de ontologias, representadas na linguagem de modelagem OCML. Permite o gerenciamento de ontologias por interface gráfica, inspeção de elementos, verificação da consistência da herança e trabalho cooperativo. Possui uma biblioteca com mais de cem ontologias. Domingue (2001 apud Almeida, 2006). Uma ontologia pode ser vista como um modelo da estrutura conceitual de algum domínio WebOnto e fornece os meios para representar graficamente esta. A área de exibição gráfica na Figura 7 mostra a hierarquia de ontologias carregadas.

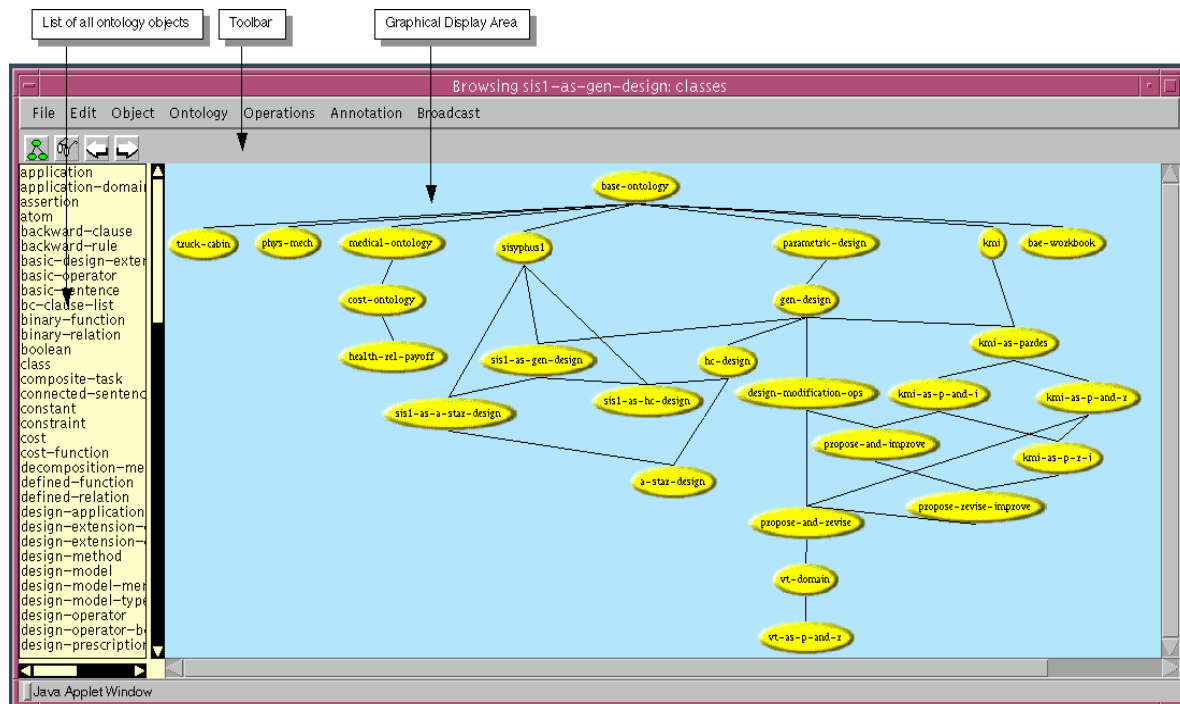


Figura 7. Janela do ambiente WebOnto

Fonte: <http://people.kmi.open.ac.uk/domingue/banff98-paper/domingue.html>

Atualmente, várias ferramentas similares existem disponíveis, mas não há uma ferramenta completa. Seu usuário deve ler sobre as características (descrição, arquitetura, interoperabilidade, representação e usabilidade) de cada uma para escolher aquela que está mais de acordo com os seus objetivos e/ou necessidades.

Não há correspondência entre as metodologias para construir ontologias e ferramentas, exceto para *Methontology* e WebODE, assim como On-To-Knowledge e OntoEdit. Muitas ferramentas apenas focam sobre poucas atividades do ciclo de vida, como projeto e implementação (FERNANDÉZ-LÓPEZ et al., 1999).

3. MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo apresenta-se a descrição dos procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa, tornando possível a concretização deste trabalho. Na parte inicial é explicado como foi realizada a coleta dos documentos para apresentação das ontologias encontradas.

3.1 SELEÇÃO DOS DOCUMENTOS

O primeiro passo para identificação de documentos que refletissem o tema, foi elaborado a partir da seleção de material já publicado, constituído principalmente de artigos científicos, publicações em eventos e teses, que fossem passíveis de análise empregada a técnica de busca por palavras-chave que refletissem o universo do assunto.

A fonte de obtenção dos documentos para o tema “*Ontologias para Objetos de Aprendizagem*” foi o mecanismo de busca da internet *Google* coletando *links* relacionados e a biblioteca do *Google Scholar*, utilizando as palavras-chaves a serem determinadas de forma a representar o assunto “*metodologias e ferramentas de desenvolvimento de ontologias*”. As chaves de busca utilizadas foram: “*metodologia*” ou “*methodology*”, “*ferramentas*” ou “*tools*”, “*objeto de aprendizagem*” ou “*learning object*” aliados a “*ontologia*” ou “*ontology*”.

Mostrada as páginas onde ocorreram todas as palavras indicadas na busca, foram selecionados os documentos que mais se aproximavam do objeto de investigação. Para efetuar a escolha, foi necessário analisar o título mencionado na página, fazer uma leitura do resumo (*abstract*) do documento e analisar as palavras-chave do mesmo. Além disso, para uma compreensão macro do objeto de investigação, fez-se uma breve leitura da seção envolvida com o assunto.

3.1.1 Critérios de inclusão e exclusão

Muitos dos documentos filtrados não abordavam diretamente o tema “*metodologias e ferramentas para desenvolvimento de ontologias*”, sendo assim foram descartados da análise. Porém, surgiram outros aspectos no decorrer da pesquisa, como “*novas palavras-chaves*”, não pensadas inicialmente. Assim, foram incluídos para análise outros assuntos que tinham relação, e possivelmente poderiam contribuir para o andamento da pesquisa tais como “*linguagens*”, “*aplicações*”, “*engenharia*”, dentre outros.

Para efetuar a análise dos trabalhos encontrados após os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados apenas aqueles que tratavam de ontologia para OA. Apesar de não ter sido

determinado um período inicial e final para delimitação das buscas, observou-se que poucos trabalhos são publicados sobre o tema. Sendo assim, foram utilizadas as publicações mais atuais que responderam à questão do estudo, publicadas no período de 2002 a 2012, em idioma português, não constatando assim um avanço em pesquisas em relação à proposta de construção de ontologias para OA depois desse período.

Após a obtenção dos trabalhos, pôde-se finalmente realizar uma análise descritiva dos mesmos, verificando as semelhanças e diferenças encontradas entre eles. Buscando também estabelecer uma compreensão e ampliar o conhecimento sobre o tema pesquisado, fez-se uma apresentação do que foi capturado sendo representado na próxima seção, contribuindo para o avanço da área de representação do conhecimento através de ontologias.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo é feita a análise das ontologias coletadas durante a pesquisa com a intenção de verificar suas principais características.

Nos capítulos anteriores, foi apresentada uma das principais características dos objetos de aprendizagem que é o seu potencial para reutilização em diferentes contextos educacionais, porém em alguns casos ocorre que a construção destes objetos é feita sem muito critério o que acaba por dificultar a sua reutilização.

Contudo, uma vez que sejam construídos utilizando um padrão e de forma criteriosa, pode-se gerar um produto de qualidade que não apenas será mais fácil de ser reutilizado, como também poderá contribuir qualitativamente para tornar o aprendizado mais atraente e interativo.

4.1 TRABALHOS RELACIONADOS

Buscando facilitar o trabalho dos desenvolvedores de OA, a seguir descrevem-se os trabalhos relacionados às ontologias para OA e para ambientes de aprendizagem, que tem como objetivos auxiliar na criação desses objetos.

4.1.1 Proposta de ontologia para busca de objetos de Aprendizagem

Vedrami (2012) propõe um mecanismo de busca baseado em ontologias contribuindo para a automatização e padronização na tarefa de busca/recuperação e seleção de OA, em vários repositórios disponíveis em um único ambiente computacional.

A ontologia proposta pela autora contempla os Objetos de Aprendizagem de Matemática para as séries do segundo ciclo do Ensino Fundamental, baseando-se na documentação disponibilizada pelo Ministério da Educação e Cultura - MEC, tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN.

Para o desenvolvimento da ontologia denominada ONTOMECA, do tipo ontologia de domínio, foi utilizada a ferramenta de edição de ontologias Protégé, versão 4.1.0. A ferramenta foi escolhida por ser um software livre e disponível em diversas plataformas, além disso, a autora considera que possui uma boa quantidade de *plug-ins* disponíveis.

A linguagem utilizada foi OWL (*Web Ontology Language*), por apresentar todos os benefícios de outras linguagens para ontologia, como: DAML-OIL (*DARPA Agent Markup*

Language - Ontology Inference Layer), RDF e um vocabulário mais extenso para descrição de propriedades e classes, permitindo descrição de relacionamentos entre as classes, dentre outros benefícios.

Algumas etapas foram definidas para o criação/desenvolvimento da ontologia apresentada no presente trabalho. Sendo elas:

- Determinar o domínio e o escopo da ontologia;
- Considerar a reutilização de ontologias existentes;
- Enumerar termos importantes da ontologia;
- Definir as classes e a hierarquia das classes (taxonomia);
- Definir as propriedades das classes;
- Refina as propriedades das classes e;
- Criação de instâncias.

A ontologia ONTOMECA proposta na pesquisa demonstra a hierarquia e/ou a taxonomia de classes de acordo com a Figura 8. Sendo que para obter um refinamento das propriedades das classes, buscou-se as principais propriedades dos seguintes repositórios: Banco Internacional de Objetos Educacionais (<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>), Rived – Rede Interativa Virtual de Educação – MEC (<http://rived.mec.gov.br>) e no portal Domínio Público (<http://www.dominiopublico.gov.br>).



Figura 8. Hierarquia/taxonomia de classes (visão parcial da ontologia)
Fonte: (VEDRAMI, 2012)

Desta forma, com base nas informações dos repositórios citados, foram definidas as seguintes propriedades para as classes da ontologia ONTOMECA: data da publicação, descrição do OA, tamanho, local, nome (título), série, tipo de objeto de aprendizagem conforme apresentadas na Figura 9.

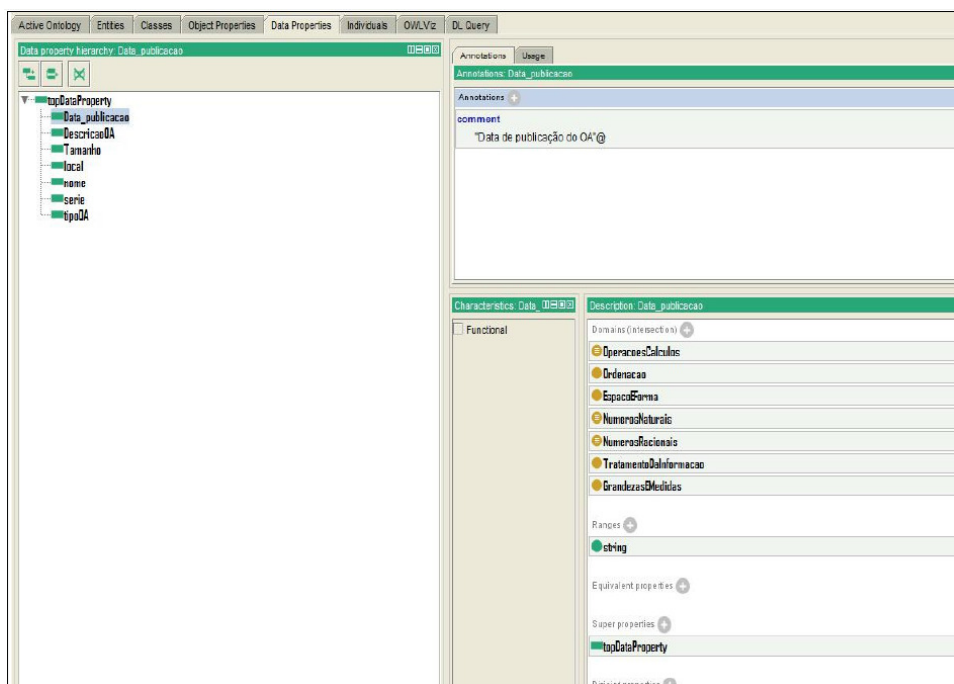


Figura 9. Definição das propriedades para as classes da ontologia no ambiente Protégé
Fonte: (VEDRAMI, 2012)

A autora também desenvolveu um mecanismo de busca utilizando a linguagem de programação Java, na padronização J2EE (Java 2 Enterprise Edition), em que para as interfaces do usuário será desenvolvida utilizando o *framework* JSF (Java Servers Face), que se trata de uma biblioteca de componentes pré-desenvolvidos e integra as telas do sistema com as regras de negócio (processos), facilitando a programação do mecanismo de busca.

A aplicação é disponibilizada em um servidor de aplicação JBoss², na qual o sistema estará disponível através de uma url para acesso, possibilitando assim que qualquer usuário acesse o mecanismo de busca de qualquer lugar, bastando apenas de uma conexão com a internet.

A avaliação da ontologia apresentada aconteceu através de testes comparativos entre as pesquisas nos mecanismos de busca disponibilizados pela ontologia ONTOMECA e os

² JBoss é um servidor de aplicações baseado em Java que provê um ambiente completo para que outras aplicações sejam executadas dentro dele usando uma gama de serviços provida pelo servidor de aplicações.
<http://www.4linux.com.br/o-que-e-jboss>

repositórios citados anteriormente na proposta. Durante a avaliação da ontologia com uso de um mecanismo de busca unificado (que permite a pesquisa em diversos repositórios de Objetos de Aprendizagem) observou-se que o tempo da busca por conteúdos de aprendizagem pelos usuários é minimizado em relação aos repositórios citados sem o uso de uma ontologia. A quantidade de conteúdos retornados é bem maior e mais satisfatório.

A realização dos experimentos da ontologia permitiram coletar evidências da viabilidade da proposta, alcançando o principal objetivo do trabalho.

4.1.2 Construindo uma ontologia para pesquisa de Materiais e Objetos de Aprendizagem baseada na Web Semântica

O artigo apresenta a construção de uma ontologia de materiais e OA baseada nas tecnologias da Web Semântica, de forma que pesquisas mais “inteligentes” e estruturadas possam ser realizadas nestes materiais, armazenados em plataformas EAD ou em portais educacionais (ARAÚJO; GRIGAS; FERREIRA, 2004).

O principal objetivo da ontologia proposta é fazer com que os usuários do sistema (professores, alunos e administradores) possam realizar pesquisas dos OA de forma “inteligente”, possibilitando também uma representação semântica dos materiais e objetos de aprendizagem para que possam ser reutilizados, compartilhados e estruturados.

Segundo Araújo e Ferreira (2004), para a educação baseada na Web alguns aspectos devem ser melhorados, para facilitar a busca e a interação dos materiais de aprendizagem. Uma solução para atender estas características é a modelagem desses materiais baseada em ontologias, utilizando a infraestrutura da Web Semântica, formada por componentes tais como metadados e linguagens de ontologia (DAML+OIL). Com o uso de metadados, algumas características dos OA, representados na forma de atributos, foram extraídas para a construção da ontologia seguindo a especificação de LTSC da IEEE e a especificação de IMS *Global Learning Consortium*, facilitando assim sua codificação na linguagem definida.

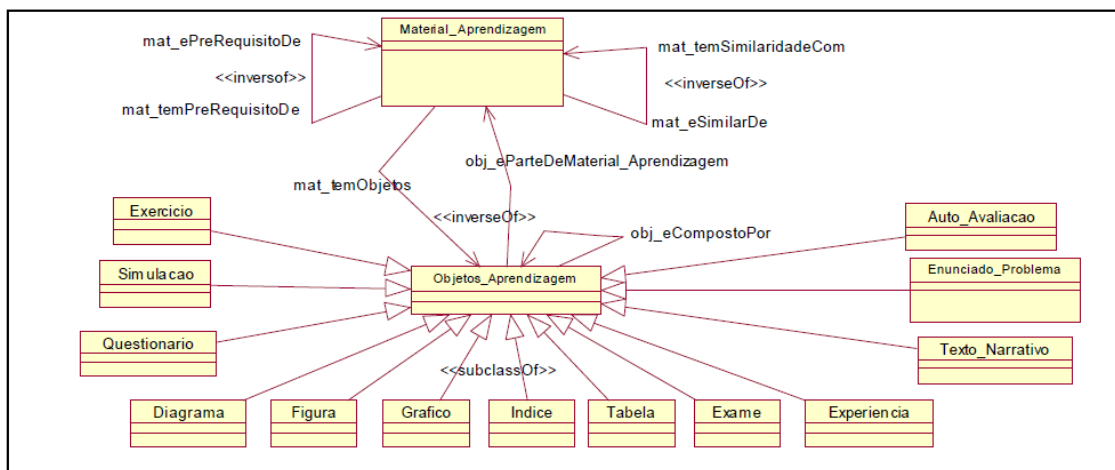


Figura 10. Modelo completo da Ontologia dos Materiais e Objetos de Aprendizagem - Diagrama UML
Fonte: (ARAÚJO; GRIGAS; FERREIRA, 2004)

Nesta proposta foi utilizada a ferramenta *AQ-Search*, mesmo sendo considerada pelos autores inadequada ao público alvo (professores e alunos), pois esta ferramenta foi desenvolvida por pesquisadores da área de Inteligência Artificial e utiliza uma notação familiar a esta área do conhecimento, mas ainda distante do público das áreas educacionais. Desta forma, propõe os autores que ferramentas com interfaces mais amigáveis sejam mais pesquisadas.

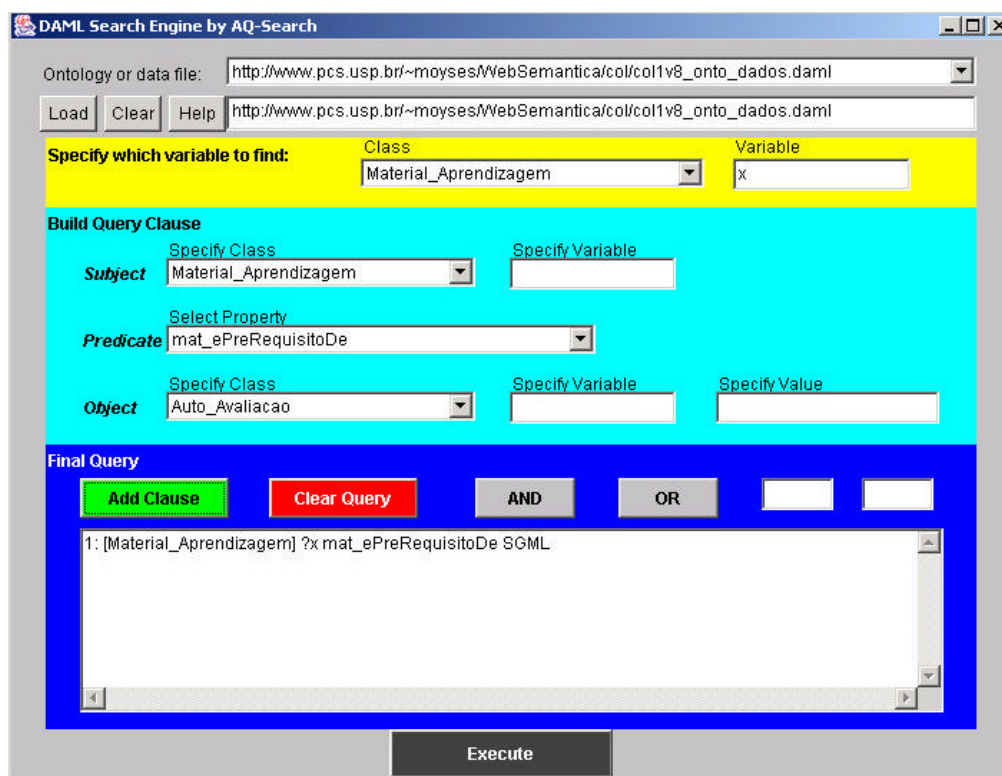


Figura 11. Interface gráfica do sistema AQ-Search
Fonte: (ARAÚJO; GRIGAS; FERREIRA, 2004)

Os autores propõem este modelo de ontologia como uma tentativa para possibilitar automação, integração, compartilhamento, pesquisas mais inteligentes e reutilização entre as aplicações. Deste modo, o modelo possibilita também, não somente pesquisas dos materiais de aprendizagem, mas para recuperar informações dos seus componentes.

Como conclusão do trabalho, etapas futuras da pesquisa será realizada substituindo a linguagem DAML+OIL pela linguagem OWL, que disponibiliza mais recursos. Finalizando a pesquisa, construindo um portal semântico baseado em objetos de aprendizagem que possibilite pesquisas semânticas destes objetos.

4.1.3 Uma Ontologia para Ambientes Interativos de Aprendizagem

Para que a proposta da ontologia alcançasse seus objetivos os autores realizaram pesquisas em trabalhos relacionados aos temas ontologias, encontrando limitações nos mesmos. Desta forma, o trabalho desenvolvido apresenta uma ontologia para ambientes interativos de aprendizagem levando em consideração a Web Semântica e os OA, tendo por objetivo dar suporte a aspectos como o modelo de domínio, estudante, colaboração e pedagógico, além de estruturá-lo de maneira compartilhável e padronizada utilizando uma estrutura semântica.

A ontologia foi modelada através da ferramenta *Protégé*, levando em consideração todas as fases apresentadas no ambiente como modelo de domínio, modelo de colaboração, modelo de estudante e modelo pedagógico. Além disso, a ontologia, mostrada na Figura 12, tem seu formalismo baseado na linguagem OWL-DL com uso de padrões como o SCORM, modelada através do estudo de importantes trabalhos da comunidade de AIED (um Ambiente Virtual de Aprendizado gratuito).

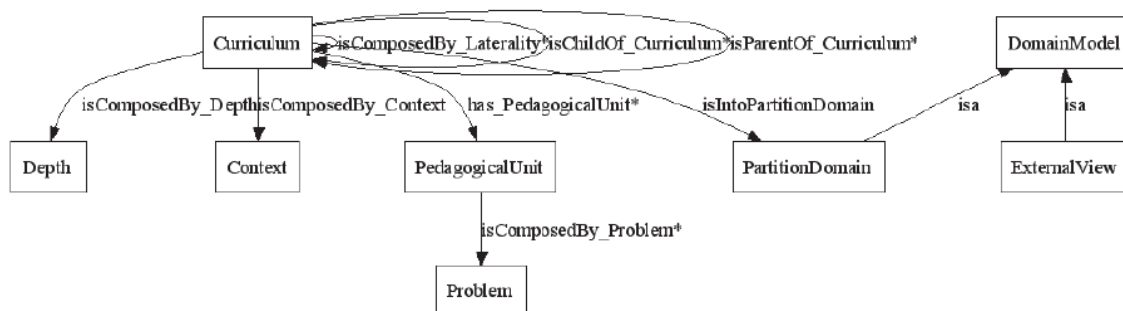


Figura 12. Ontologia do modelo de domínio

Fonte: (HOLANDA et al., 2007)

Holanda et al. (2007) faz uma discussão dos detalhes referentes aos modelos presentes na ontologia levando em conta aspectos dos Ambientes Interativos de Aprendizagem/Sistemas Tutores Inteligentes.

- **Modelo de domínio** – foi baseado no MATHEMA onde as características do domínio estão estruturadas em uma visão multi-dimensional do conhecimento, que auxilia a uma visão particionada do domínio. Dentro do modelo de domínio os autores consideram que o SCORM representa uma solução pedagogicamente neutra para projetistas e implementadores de instruções que objetivam agregar recursos de aprendizagem com o propósito de obter uma experiência de aprendizagem desejável, provendo um padrão para busca, importação, compartilhamento, reuso e exportação de unidades de conhecimento.
- **Modelo do estudante** – tem conhecimento sobre *quem será ensinado*, isto é, este modelo conterá informações sobre o estudante a ser ensinado.
- **Modelo de colaboração** – refere-se às características identificadas durante o processo de colaboração entre o estudante e o sistema. Ele é equivalente as informações usadas por grupos, isto é, como os estudantes irão interagir, objetivando a aprendizagem.
- **Modelo Pedagógico** – é o conhecimento sobre como ensinar, isto é, como a interação será conduzida. Geralmente a interação ocorrerá através de um plano de instrução que levam em conta aspectos cognitivos do estudante e do uso de métodos de ensino e técnicas, de forma a serem usados para o entendimento dos objetivos do ensino-aprendizagem.

Ao final da modelagem da ontologia foi realizada uma avaliação com usuários de forma a demonstrar os resultados positivos da sua aplicação. Dentre os aspectos observados na avaliação o primeiro ganho identificado foi o autor (professor) o domínio pode ser construído facilmente e rapidamente sem a assistência de um desenvolvedor e segundo o estudante no ganho na satisfação em utilizar um sistema *web* com boa usabilidade e variedade de recursos de conhecimento.

Além dos pontos positivos abordados, foram identificadas algumas dificuldades (HOLANDA et al., 2007):

- Versões de ontologias: devido às atingidas estarem em diferentes lugares, cada uma possui sua própria ontologia. Então, quando uma ontologia é modificada a outra se torna desatualizada. A solução encontrada foi o uso do plugin para o *Protégé*

chamado *PromptTab* que é usado para comparar ontologias. Após a comparação, a ontologia desatualizada é atualizada e documentada;

- Lentidão: o uso de ontologias por agentes fazem o processo de persistência um processo realmente lento. A melhor solução encontrada foi à utilização de um computador com maior poder de processamento;
- A ontologia troca informações através de mensagens Jade: um sério problema é a troca de objetos da ontologia através das mensagens Jade, porque o objeto poder tornar-se *null* quando ele chega ao local de destino. Então, uma região para troca de mensagem foi desenvolvido e o controle é efetuado utilizando um algoritmo de semáforo.

A ontologia é usada na Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e na Universidade Católica de Brasília (UCB). Na Figura 13 é representa a aplicação desenvolvida que está sendo usada pela UFAL.

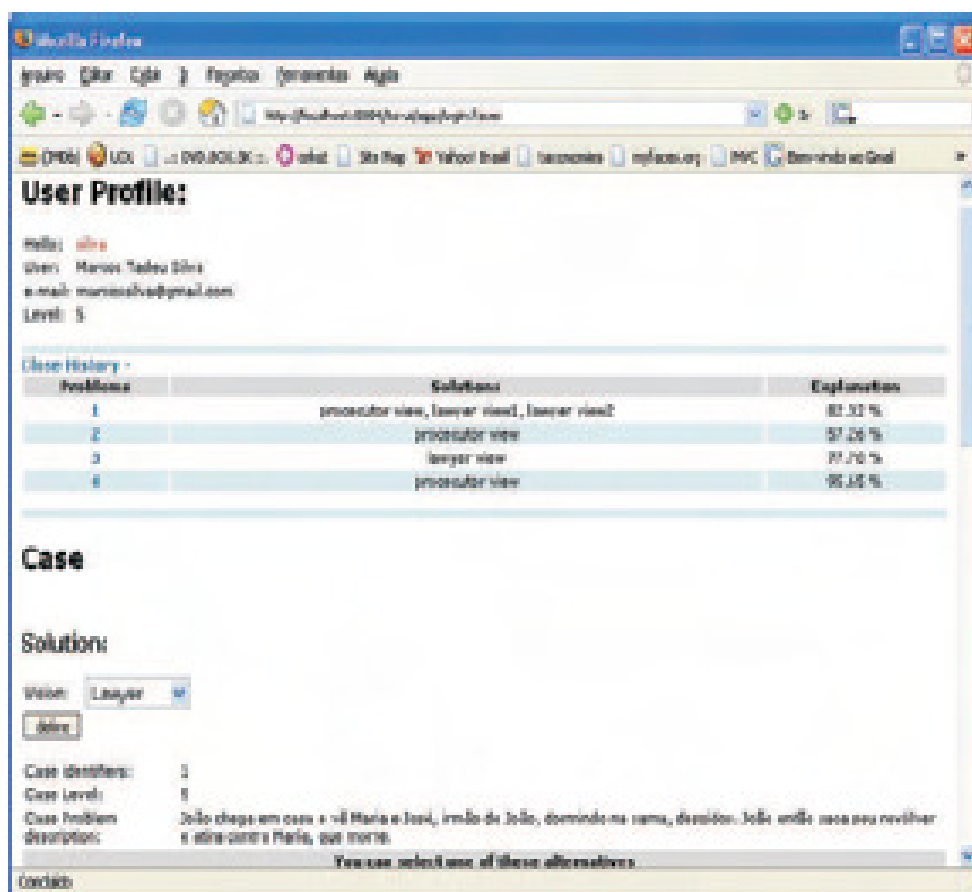


Figura 13. Aplicação em Domínio Legal Desenvolvido na UFAL
Fonte: (HOLANDA et al., 2007)

4.1.4 Definição de uma Ontologia em OWL para Representação de Conteúdos Educacionais

O artigo descreve o desenvolvimento de uma ontologia para a representação de conteúdos educacionais, permitindo maior organização e coerência dos conteúdos dispostos em sistemas educacionais. Com a produção da ontologia, os significados dos conteúdos estarão agregados ao módulo, tornando-os preparados para atender aos requisitos da *Web Semântica*, fazendo com que as buscas sejam mais precisas e atenda as necessidades dos usuários (CARNEIRO; BRITO, 2005).

A elaboração da ontologia foi desenvolvida na linguagem OWL, por ser padronizada pela W3C e por oferecer recursos compreensíveis às máquinas, atendendo assim às necessidades da *Web Semântica*. Inicialmente foi feita a identificação dos termos através da análise de trabalhos relacionados à representação de conteúdos educacionais definindo as etapas a serem seguidas no processo de desenvolvimento. Em seguida identificando e especificando os conceito e propriedades da ontologia, foram separadas as seguintes etapas: Definição da Ontologia, Formalização e Construção.

Através da análise do domínio foi possível identificar os termos importantes e relevantes para o contexto. Propondo um conjunto preliminar de requisitos especificamente voltados à atividade de modelagem de conteúdos educacionais. Desta forma, foram listados os requisitos e classes mostrados na figura 14, com a hierarquia das classes identificadas no domínio de conteúdos educacionais.



Figura 14. Hierarquia das classes
Fonte: (CARNEIRO; BRITO, 2005)

Após a etapa da construção da ontologia vem a formalização da ontologia, onde foram definidos os axiomas, ou seja, as classes de inferência. A partir delas, foi possível estabelecer as restrições do domínio. Isso foi possível através da linguagem específica para a criação de ontologias e de uma ferramenta que permite sistematizar e integrar as especificações definidas à linguagem utilizada.

A fase final do trabalho é realizada por meio de uma representação específica que permite o processamento e a abrangência do conhecimento pela máquina. Dentro desta fase foram construídas: Classes e Subclasses através dos conceitos definidos; Propriedades, que capturam as diferentes variáveis relativas ao domínio da ontologia e; Axiomas, definidos através de propriedades. Os autores do trabalho ressaltam que, é importante antes de se construir um axioma, deve-se definir uma classe para armazenar todas as instâncias referentes ao mesmo.

Após a definição das classes, subclasses, propriedades e axiomas, criaram-se as instâncias para a base da ontologia representadas a partir da interface Protégé na Figura 15. As instâncias representam indivíduos específicos de uma determinada classe (CARNEIRO; BRITO, 2005).

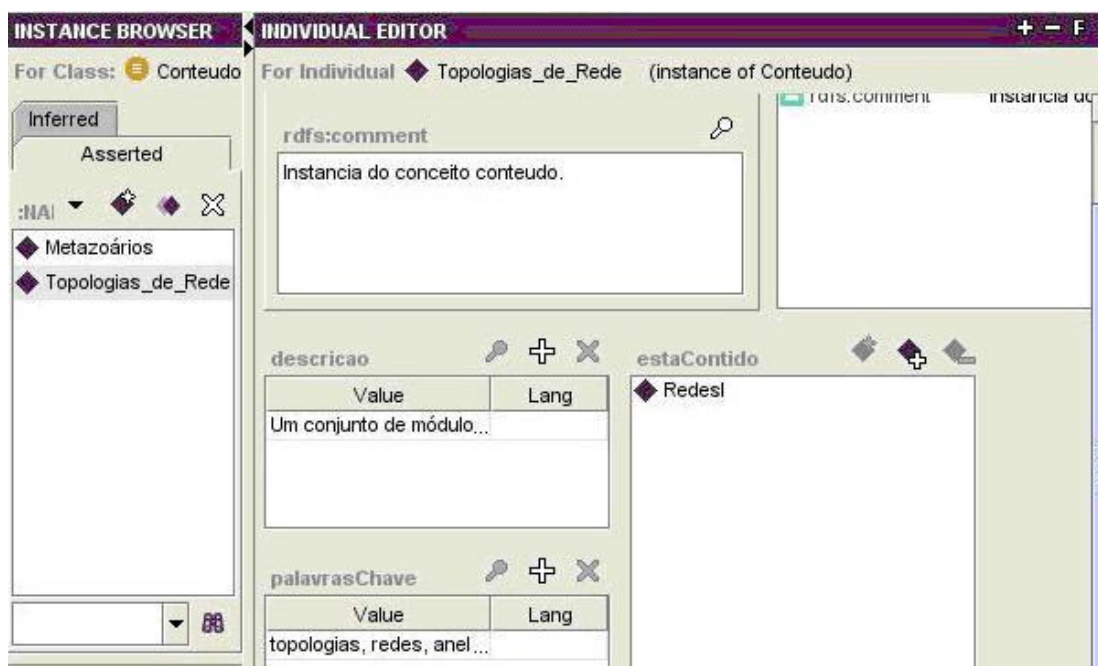


Figura 15. Instância da classe Conteúdo no Protégé
Fonte: (CARNEIRO; BRITO, 2005)

Os autores concluíram o trabalho definindo, como trabalho futuro, buscar a implementação de uma aplicação para a utilização da ontologia, podendo-se utilizar a API JENA 2 Ontology. Assim, através da implementação do modelo proposto será possível constatar sua eficiência na sistematização de conteúdos.

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

O trabalho descreve uma proposta de extensão de uma ontologia para estruturação e significação de OA de exercícios utilizando a *Web Semântica*. Para o desenvolvimento dessa ontologia foram utilizadas a metodologia Methontology, a ferramenta Protégé, e as linguagens OWL e XML, com o tipo de ontologia de domínio.

A ferramenta Protégé foi escolhida pelas autoras do projeto tanto por ser considerada compatível com os padrões da *Web Semântica* e com a linguagem OWL quanto pela sua disponibilidade em diferentes plataformas, tais como *Windows*, UNIX, Mac, e sem deixar de expor uma característica relevante, a de ser uma ferramenta *open source*. O uso da linguagem OWL torna possível às aplicações processarem o conteúdo da informação em vez de somente disponibilizá-las.

Antes de iniciar o desenvolvimento da ontologia, as autoras realizaram um estudo comparativo de proposta de ontologias para OA existente, com o objetivo de levantar possibilidades e necessidades de ampliação da ontologia. A partir disso, identificando o objetivo da ontologia, as tecnologias e metadados utilizados, foram definidas as tecnologias necessárias para a proposta, utilizando como base a ontologia proposta por ARAUJO (2003 apud MARQUES; GONÇALVES, 2009), propondo estender a ontologia do autor para que a mesma estruture detalhadamente OA de exercícios

A escolha da proposta para ser usada como base se deu pelo fato do autor definir material de aprendizagem como um item de conteúdo programático de um determinado módulo de um curso na plataforma COL (Cursos *on-Line* – é um ambiente colaborativo de ensino a distância.), o que torna excessivamente ampla para a representação e a recuperação de exercícios. Para que fosse possível representar um OA de exercícios a principal alteração realizada foi estender a classe exercício de modo a atender as questões de competência com características específicas (MARQUES; GONÇALVES, 2009).

Após essa etapa de definição das tecnologias inicia-se o desenvolvimento da ontologia através dos estágios da metodologia Methontology como: especificação, formalização e conceitualização.

No estágio de especificação foi definido o domínio da ontologia (objetos de aprendizagem de exercícios). O nível de formalidade definido é o semi-informal por utilizar-se de linguagem artificial e formalmente definida para representação. Neste processo foram determinadas as questões que precisam ser respondidas pela ontologia para representação e recuperação de um exercício. Sendo elas:

1. Qual o conteúdo/disciplina que está relacionado ao exercício?
2. Qual o recurso de aprendizagem pode ser utilizado em um exercício?
3. Qual o ambiente de utilização do exercício?
4. Qual o curso/serie do exercício?
5. Qual o formato do exercício?
6. Qual o nível de interatividade de exercício?
7. Qual o tipo da questão do exercício?
8. O exercício possui material complementar?
9. O exercício tem resposta/gabarito?
10. Qual o nível de dificuldade do exercício?

Durante o estágio de conceitualização foi realizada a modelagem das classes, assim como os conceitos e relações imprescindíveis para responder as questões de competência conforme a Figura 16.

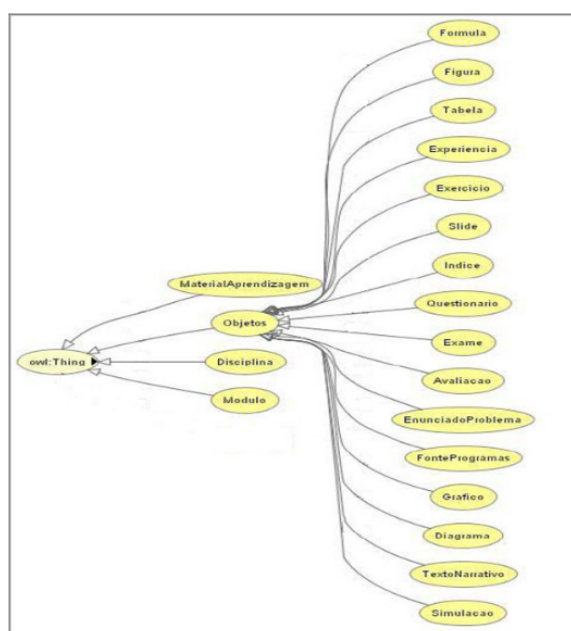


Figura 16. Arquitetura das camadas
Fonte: (MARQUES; GONÇALVES, 2009)

A ontologia demonstra como foram respondidas as perguntas. Onde novos relacionamentos propostos possibilitaram uma representação ampla de um exercício. As autoras relatam que a maior dificuldade encontrada na proposta na ontologia, foi distinguir um OA de exercícios de outros, já que um OA pode ser um exercício ou ter um exercício em sua composição. Para solucionar essa situação, foram criadas classes, metadados e relacionamentos específicos para a representação e recuperação de OA de exercícios.

4.1.6 Construção de ontologia para suporte cognitivo a um ambiente de aprendizagem

A dissertação propõe uma abordagem para construção de ontologia para suporte cognitivo de um ambiente de aprendizagem baseadas na metodologia Methontology, no modelo processual para o desenho de ontologia – MDO e a Abordagem Colaborativa para Construção de Ontologia (*Collaborative Approach to Ontology Design*). Segundo Gonçalves (2008) foi realizada uma integração entre as abordagens metodológicas para o desenvolvimento da ontologia.

O autor não define qual foi exatamente a linguagem e a ferramenta utilizada para desenvolver a ontologia, mas justifica que buscou apoio em outras abordagens, já que a Methontology foi desenvolvida para ser suportada pelo editor de ontologia WedOde BLAZQUEZ et al. (1998 apud GONÇALVES, 2008), o qual não foi usada nesta pesquisa, apenas inicialmente. Pois a mesma ficou indisponível, impossibilitando o acesso ao editor.

Primeiramente foi feita a fase de identificação dos conceitos da taxonomia, das relações, atributos e instâncias, definindo os axiomas. Em seguida foram realizadas as seguintes fases que são: Implementação, Análise de qualidade e Aplicação, sendo detalhado cada um dos passos na Figura 17. No qual, o autor faz a descrição na pesquisa do que acontece em cada fase do processo.

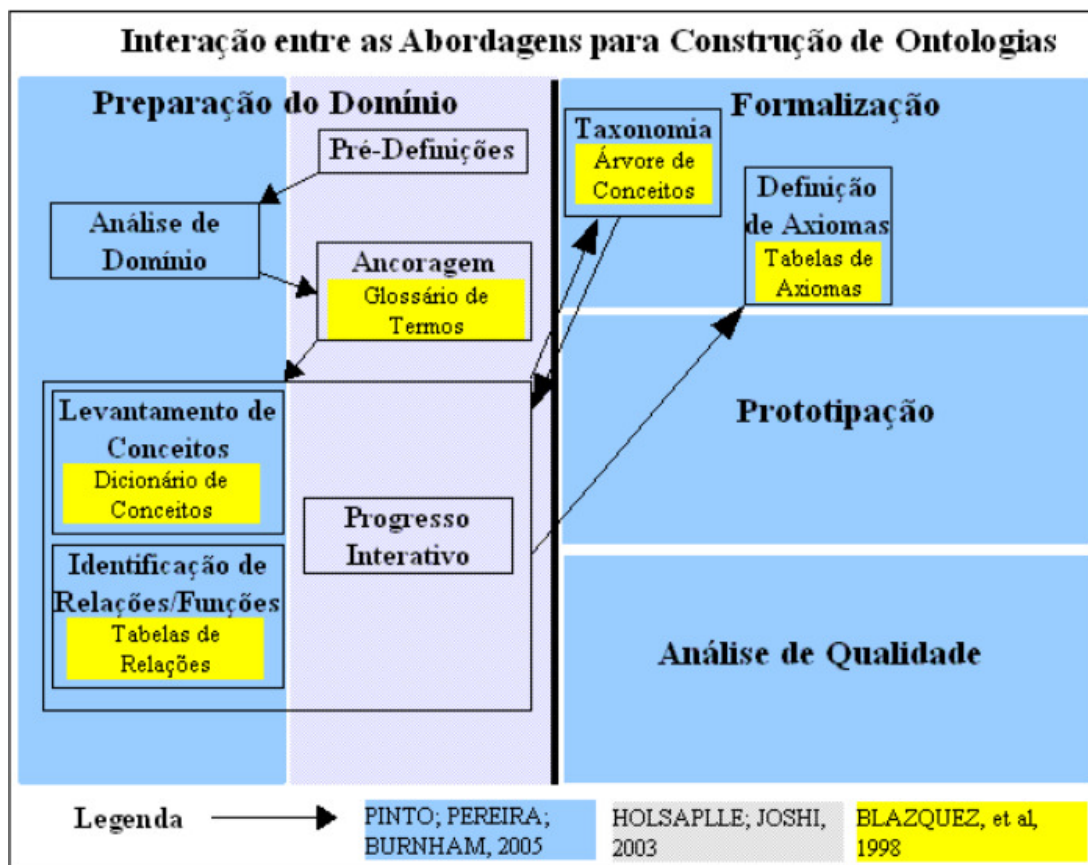


Figura 17. Abordagem para construção de ontologia para suporte cognitivo
 Fonte: (GONÇALVES, 2008)

Apesar da complexibilidade da pesquisa, falta um detalhamento de algumas etapas, como por exemplo, a codificação. A pesquisa demonstra inicialmente como se construir uma ontologia em geral, não apresenta diretamente uma ontologia para OA. Logo após, apresenta a construção de uma ontologia para capacitação de servidores do Ministério Público (MP) do Rio Grande do Sul em matéria de atuação extrajudicial. Ao final da ontologia analisou-se a possibilidade da ontologia desenvolvida ser adaptada, elaborando um esboço de projeto educacional, formatando a sua implementação para a aprendizagem dos conteúdos do domínio de conhecimento estruturado, pelas pessoas definidas como público alvo. Assim foram verificados os contextos problemáticos do público alvo, analisando de que modo a ontologia proposta poderia auxiliar na aprendizagem.

Embora ela não ter sido aplicada diretamente em um ambiente de aprendizagem, foi possível perceber através de exemplos demonstrados na pesquisa o quanto a ontologia desenvolvida podia auxiliar no desenvolvimento do processo de aprendizagem de pessoas de uma organização (GONÇALVES, 2008).

4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta seção apresenta a coleta de dados feita a partir do material selecionado na pesquisa. A tabela 6 sintetiza as tecnologias detectadas durante a análise das ontologias, apresentando as seguintes informações: definição do nome da ontologia, as metodologias, as ferramentas, as linguagens entre outras tecnologias. Alguns campos foram preenchidos com “Ausente”, pois não foram definidos na ontologia. Em seguida serão abordadas as características das metodologias nas ontologias.

Tabela 6: Características das ontologias analisadas

	NOME	AUTOR	METODOLOGIA	FERRAMENTA	LINGUAGEM	OUTROS
1	ONTOMECH	(VEDRAMI, 2012)	Ausente	Protégé	OWL Java <i>Framework JSF</i>	Servidor de aplicação <i>JBoss</i>
2	Sugerido Ontologia Materiais e Objetos de Aprendizagem em <i>Web</i> Semântica	(ARAÚJO; GRIGAS; FERREIRA, 2004)	Ausente	AQ-Search	DAML+OIL Java - usada para pesquisa	Ausente
3	Sugerido Ontologia AIA	(HOLANDA et al., 2007)	Ausente	Protégé	OWL	Ausente
4	Sugerido ONTOWOL	(CARNEIRO; BRITO, 2005)	Ausente	Protégé2000	OWL XML	Ausente
5	Sugerido OntSemântica	(MARQUES; GONÇALVES, 2009)	<i>Methontology</i>	Protégé	OWL XML	Ausente
6	Sugerido OntSuporte	(GONÇALVES, 2008)	<i>Methontology</i> , MDO e Abordagem Colaborativa	WebOde – usada inicialmente	Ausente	Ausente

Fonte: (O AUTOR)

4.2.1 Características das metodologias nas ontologias:

Através da Tabela 6 apresentada, no tópico anterior foi possível observar que algumas ontologias analisadas não apresentam qual a metodologia utilizada para a implementação da proposta. Entretanto, em muitas delas foi possível encontrar em suas etapas de produção semelhanças com as metodologias demonstradas nesta pesquisa. Para relatar de forma clara cada ontologia foram definidos alguns nomes fictícios, para as metodologias com nomes não definidos, e assim melhorar a identificação da mesma seguindo a numeração da tabela.

1 – ONTOMECC – A ontologia não especifica nenhuma metodologia utilizada, mas a partir das etapas definidas para a sua construção, pôde-se observar que a mesma possui algumas características das metodologias apresentadas nesse trabalho, como as metodologias *Enterprise*, *Methontology*, *On-To-Knowledge*, *Sensus* e *Cyc*. Sabendo que as devidas metodologias possuem algumas fases em comuns, observou-se que: ao iniciar o processo de desenvolvimento foi realizado um estudo de ontologias com potencial de reutilização, característica da fase de aquisição do conhecimento. Em seguida foi feita a identificação da proposta da ontologia determinando o domínio (domínio do conhecimento), a especificação dos requisitos, axiomas relacionados à ontologia e o escopo. Após esses processos, a autora desenvolveu sua codificação para que conseguisse atingir o objetivo da sua proposta. Assim conclui sua ontologia fazendo uma avaliação através de testes comparativos entre os ambientes com e sem uso de ontologias. Não é descrito ao final se foi desenvolvido alguma documentação da ontologia, uma das principais etapas das metodologias. Apenas é proposta uma nova próxima versão da ontologia construída.

2 – Onto Materiais e Objetos de Aprendizagem em Web Semântica – Algumas semelhanças foram encontradas com as metodologias citadas na pesquisa: *Methontology*, *Enterprise* e *On-To-Knowledge*. Na construção da presente ontologia foram capturados e especificados os requisitos dos objetos de aprendizagem, fazendo sua especificação e separando os tipos e formatos que os compõe. Após esta fase, foi feita a implementação com a linguagem de codificação. O desenvolvimento da ontologia é uma versão inicial (um refinamento), que tem como objetivo realizar sua implementação, fazendo uma troca da linguagem utilizada na construção da ontologia por uma linguagem com mais recursos.

3 – Ontologia AIA - Na verificação do artigo constou-se que: na ontologia desenvolvida no estágio de aquisição do conhecimento fez-se um estudo de trabalhos relacionados identificando o propósito da ontologia, determinando seu nível e verificando o escopo da mesma. Além de definir os requisitos necessários para a proposta. A ontologia faz uma padronização e separação dos modelos proposto pra seus usuários. Após a sua modelagem foi realizado o estágio de avaliação do ambiente para verificar as dificuldades e seus resultados alcançados, buscando ao final melhorias e correções para propostas de versões futuras. Algumas das etapas relatadas são identificadas nas seguintes metodologias: Methontology, Enterprise e On-To-Knowledge.

4 – ONTOWOL – As autoras da ontologia dividem o desenvolvimento nas seguintes etapas: Definição da ontologia, formalização e construção da ontologia. Sendo que, antes de iniciar a construção da ontologia realizaram a etapa de identificação dos termos através de análises de trabalhos relacionados à proposta da ontologia. Apresentadas algumas metodologias de construção de ontologia, no projeto são bem marcantes determinadas características dos estágios da metodologia Methontology definido por (FERNÁNDEZ; GOMES-PÉREZ; JURISTO, 1997) como: “*Conceituação*”, feita uma análise do domínio propondo um conjunto de requisitos; “*Aquisição do conhecimento*” destacando a realização de consultas a ontologias já existentes; “*Formalização*”, definido axiomas, estabelecendo as restrições do domínio; e a “*Implementação*”, onde foram construídas classes, subclasses e as instancias para a base da ontologia, através de um ambiente de suporte para ontologia. Não é realizado o estágio de “*Avaliação*”, mas os autores propõe um trabalho futuro de implementação fazendo uma aplicação da API JENA 2, constatando se a proposta foi eficiente na sistematização de conteúdos.

5 – OntSemântica – Para o desenvolvimento da ontologia de domínio foi definido o uso das etapas da metodologia Methontology. Entretanto, foram citadas pelas autoras apenas algumas das etapas da metodologia. A especificação definindo o domínio da ontologia (objetos de aprendizagem de exercícios). A conceituação, onde foi realizada a modelagem das classes, assim como os conceitos e relações necessárias para responder as questões de competência (estudos de ontologias relacionadas) e a formalização definindo seu nível semi-informal por utilizar-se de linguagem artificial e formalmente definida para a representação.

6 – OntSuporte – Para construção da ontologia ficou explícito quais as metodologias utilizadas para a sua implementação, demonstrando cada fase aplicada e detalhando passo a passo seu desenvolvimento. Foi feita a integração das abordagens metodológicas da *Methontology*, MDO e Abordagem Colaborativa. No qual, segundo o autor o MDO é um processo de modelagem que serviu de base para o desenvolvimento desta ontologia, através da definição clara das seguintes etapas: preparação, formalização, implementação e análise de qualidade. Já a Abordagem Colaborativa, apresentou uma forma de trabalhar com as diferentes percepções: preparação do domínio, onde é feita a análise do domínio, o levantamento de conceitos e identificação de relações e funções; a formalização, que trabalha a taxonomia e a definição de axiomas; a prototipação e análise de qualidade.

Na metodologia *Methontology* utilizada e definida pelos autores Fernández, Gomes-Pérez e Juristo (1997), foi possível observar que nesta ontologia apresenta ausência do estágio de manutenção o qual faz parte de um dos estágios proposto pela metodologia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O último capítulo deste trabalho apresenta as considerações finais, os resultados obtidos relacionados com os objetivos iniciais da pesquisa, as possibilidades para realização de trabalhos futuros e a conclusão final do trabalho.

Após a conclusão desta pesquisa espera-se que os desenvolvedores de OA e Ambientes de Aprendizagem possam construí-los em um menor período de tempo e com uma maior qualidade. Que eles encontrem menos dificuldades durante o processo de construção e solucionem mais facilmente os problemas encontrados durante a realização do mesmo, fazendo uso de metodologias e ferramentas.

5.1 RESULTADOS OBTIDOS

Embora existam várias metodologias propostas para a construção de ontologias, cabe notar que não há um padrão estabelecido para o propósito geral do seu desenvolvimento. Sendo assim, foi possível comprovar algumas limitações relacionadas à ausência de padronização e na falta de explicações sistemáticas de como, onde e quais as restrições dentro do processo de elaboração de uma ontologia. Percebe-se então, que as propostas analisadas durante a pesquisa, em sua totalidade, os autores utilizavam a integração de várias metodologias capturando as melhores práticas disponíveis em cada uma, para assim alcançar seu devido objetivo.

Mesmo não havendo a definição da metodologia utilizada, pôde-se também observar que, em todas as ontologias os desenvolvedores realizaram um estudo de trabalhos relacionados ao objetivo da sua proposta, obtendo assim um embasamento para auxiliar na construção da ontologia. Além disso, a pesquisa possibilitou ainda apresentar as ferramentas de edição de ontologia que foram aplicadas conforme pode ser vista na Tabela 6, assim como as linguagens mais representativas na literatura apresentada.

Dentre as tecnologias representadas na sessão 4.2 para a construção das ontologias, a ferramenta de edição Protégé foi a mais citada, por ser compatível com linguagem OWL, além de sua portabilidade e permite modelagem conceitual com outras linguagens.

Com o pequeno volume de pesquisa sobre o assunto “Ontologias para Objetos de Aprendizagem”, sugere-se que o tema deve ser mais analisados e discutidos, para determinar sua melhor utilização na tarefa de organizar informações em um domínio do conhecimento.

Portanto, espera-se colaborar com este trabalho para uma maior compreensão sobre o assunto ontologias e também servir como ponte para outras pesquisas, ao mesmo tempo fornecer um conjunto de referências a serem investigadas minuciosamente.

5.2 CONCLUSÃO

Através desta pesquisa exploratória, que teve como objetivo apresentar um estudo realizado sobre a área de ontologias para a construção de Objetos de Aprendizagem, ficou evidente a dificuldade em encontrar trabalhos relacionados ao tema. Foi possível apontar os principais autores e os trabalhos mais atuais no período de 10 anos (2002 a 2012) encontrados na literatura, favorecendo um maior entendimento sobre o assunto.

O trabalho contribuiu para a conclusão de que construir uma ontologia não é uma tarefa fácil. Por não existir uma metodologia padrão de desenvolvimento de ontologias consideradas eficazes e corretas, acaba-se complicado atingir a principal característica do AO, a reusabilidade. Uma vez que, através do uso da ontologia o desenvolvedor será capaz de, tanto aperfeiçoar tarefas complexas, melhorando a representação e recuperação da informação de forma eficiente que atenda às reais necessidades dos usuários no uso dos sistemas educacionais, quanto facilitar o seu compartilhamento.

O objetivo da pesquisa deste trabalho não foi definir uma ontologia, nem criar um documento padrão para sua construção, apenas apresentar as metodologias e ferramentas de desenvolvimento usadas para OA. Portanto, sugere-se como proposta de trabalho futuro criar essa documentação de padrões de metodologias e ferramentas definidas para construir ontologias abordando esse domínio do conhecimento, contribuindo de forma significativa para os desenvolvedores criarem suas ontologias de maneira simples e precisa.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mauricio Barcellos. **Um modelo baseado em ontologias para representação da memória organizacional**. Tese (Doutorado) - Pós Graduação da Escola de Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais Belo Horizonte, 2006.

ALMEIDA, Mauricio, B. e BAX, Marcello P.. **Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção**. Scielo - Ciência da Informação - *Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT*. Ci. Inf., Brasília, v. 32, n. 3, p. 7-20, set./dez. 2003. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v32n3/19019>>. Acessado em 2014.

ARAÚJO, Moises. **Educação à distância e a Web Semântica: Modelagem ontológica de materiais e objetos de aprendizagem para a plataforma Col**. 2003. 191. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-22072005-165858/>. php>. Acessado em agosto 2014.

ARAÚJO, Moises; GRIGAS, Maria Alice; FERREIRA, Varella. **Construindo uma ontologia para pesquisa de Materiais e Objetos de Aprendizagem baseada na Web Semântica**. In: XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação SBIE UFAM. 2004, Manaus. *Anais... SBIE 2004*. Manaus, 2004.

AUDINO, Daniel Fagundes; NASCIMENTO, Rosem da Silva. **Objetos de Aprendizagem – diálogos entre conceitos e uma proposição aplicada à educação**. Revista Contemporânea de Educação vol. 5, n.10 jul/dez. Rio de Janeiro, 2010.

BITTENCOURT, Ig et al. **Ontologia para Construção de Ambientes Interativos de Aprendizagem**. In: XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação SBIE. 2006, Brasília. *Anais... SBIE 2006*. Brasília, 2006.

CARNEIRO, Raquel Elias; BRITO, Parcilene Fernandes de. **Definição de uma Ontologia em OWL para Representação de Conteúdos Educacionais**. In: VII ENCONTRO DE ESTUDANTES DE INFORMÁTICA DO ESTADO DO TOCANTINS. Palmas, 2005.

DIAS, Carla Cristina Lui et al. **Padrões abertos aplicabilidade em Objetos de Aprendizagem (OA)**. XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 2009, Joinville, *Anais... SBIE 2009*. Joinville, 2009.

FERLIN Jhônatan et al. **Metadados Essenciais: Uma Metodologia para Catalogação de Objetos de Aprendizagem no Repositório Digital ROAI**. Joinville, 2010. Disponível em: <<http://ceie-sbc.tempsite.ws/pub/index.php/wie/article/view/2037/1799>>. Acessado 2014.

FERLIN, Jhônatan. **Repositório de objetos de aprendizagem para a área de informática** Joinville, 2009.

FERNANDES, A. Cavalcante. et al. **Objetos de aprendizagem na escola: estudo de um modelo de implementação**. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 29., Fortaleza, 2008. Disponível em: <http://sbie2008.virtual.ufc.br/CD_ROM_COMPLETO/sbie_posters/Objetos%20de%20Aprendizagem%20na%20Escola.pdf>. Acessado em: 02 de Abr de 2014.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M. et al. Building a chemical ontology using methontology and the ontology design environment. *Intelligent Systems*, v. 14, n. 1, p. 37-46, Jan./Feb.1999.

FERNÁNDEZ, Mariano; PÉREZ, Asunción Gómez; JURISTO; Natalia. **METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering**. Madrid, 1997.

FERREIRA, Francisco Eduardo dos Reis. **Desenvolvimento de aplicações baseadas em serviços na Web Semântica**. Dissertação (Mestrado) – PUC Pontifícia Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

GOMES, Sionise Rocha et al. **Uma Proposta de Metadados para Objetos de Aprendizagem Funcionais**. 2007.

GONÇALVES, Guilherme Corrêa. **Construção de ontologia para suporte cognitivo a um ambiente de aprendizagem**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/12904/000636545.pdf?sequence=1>>. Acessado em 19 de Agos de 2014.

HOLANDA, Raphael et al. Uma **Ontologia para Ambientes Interativos de Aprendizagem**. In: XII Workshop sobre informática na Escola. Rio de Janeiro, 2007. *Anais... do XXVII Congresso da SBC*. Rio de Janeiro, 2007.

KEMCZINSKI, Avanilde et al. **Metodologia para Construção de Objetos de Aprendizagem Interativos**. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Rio de Janeiro, 2012. *Anais...SBIE 2012*. Rio de Janeiro, 2012.

KONRATH; NORA. **O que são objetos de aprendizagem**. 2011. Disponível em: <<http://infoprofe2010.blogspot.com.br/2011/03/o-que-sao-objetos-de-aprendizagem.html>>. Acessado em: 25 de Out de 2013.

LONGMIRE, W. **A primer on learning objects**. Virginia/USA, 2001. Disponível em: <<http://www.learningcircuits.org/mar2000/primer.html>>. Acessado em 2014.

MARCONDES, C. H. **Metadados: descrição e recuperação na Web**. 2005. Disponível em: <<http://www.unifai.edu.br/upload/aula/MARCONDES,%20C.%20H.%20-%20Metadados.pdf>>. Acessado em 2014.

MARQUES, B., GONÇALVES, L.. **Informática na Educação - A Web Semântica na Significação de Conteúdos: uma Ontologia Para Representação do Domínio de Objetos de Aprendizagem do tipo Exercício**. Anais SULCOMP, América do Norte, 5, set. 2010. Disponível em: <<http://periodicos.unesc.net/index.php/sulcomp/article/view/269/277>>. Acesso em: 22 Ago. 2014.

MATTOS, M.. **A METODOLOGIA METHONTOLOGY NA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS**. Revista de Iniciação Científica, América do Norte, 5, abr. 2010. Disponível em: <http://periodicos.unesc.net/index.php/iniciacaocientifica/article/view/160/164>. Acesso em: 18 Ago. 2014.

MORAIS, Edison Andrade Martins; AMBRÓSIO, Ana Paula L. **Ontologias: conceitos, usos, tipos, metodologias, ferramentas e linguagens**. 2007. Disponível em: <http://www.inf.ufg.br/sites/default/files/uploads/relatorios-tecnicos/RT-INF_001-07.pdf>. Acessado em Abr 2014.

MÜLLER, Thaísa Jacintho; LIMA, José Valdeni de; CURY, Helena Noronha. **Construção de objeto de aprendizagem sobre números reais, adaptado aos estilos de aprendizagem**

dos alunos. Santa Maria, 2013. Disponível em: <<http://sites.unifra.br/Portals/35/Artigos/2013/n2/01.pdf>>. Acessado em 04 abr 2014.

NOY, F. N.; GUINNESS, D. L. **Ontology development 101: a guide to create your first ontology.** Stanford University, USA, 2002. Disponível em: <<http://ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness.doc>>.

SILVA, Daniela Lucas da; SOUZA, Renato Rocha; ALMEIDA, Maurício Barcellos. **Ontologias e vocabulários controlados: comparação de metodologias para construção.** Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v37n3/v37n3a05.pdf>>. Acessado em 2014.

SILVA, Edna Lúcia da; CAFÉ, Lígia; CATAPAN, Araci Hack. **Os objetos educacionais, os metadados e os repositórios na sociedade da informação.** Revista Ciência da Informação, v. 39 n. 3, p.93-104. 2010, Brasília. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/view/1805/1382>>. Acessado em Abr de 2014.

SILVA, Juliana Marques Carvalho da. **Análise técnica e pedagógica de metadados para objetos de aprendizagem.** Tese (Pós-Graduação e Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/40478/000829179.pdf?sequence=1>>. Acessado em Mar de 2014.

VENDRAMI, Shirlei Magali, **Proposta de ontologia para busca de objetos de aprendizagem.** Tese (Mestrado) – Universidade do vale do Itajaí. Itajaí, 2012.

VICARI, Rosa Maria et al. **Proposta Brasileira de Metadados para Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes (OBAA).** RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação v.8, n.2 (2010). Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/29300/000758918.pdf?sequence=1>>. Acessado em setembro de 2014.

WARPECHOWSKI Mariusa. **Recuperação de Metadados de Objetos de Aprendizagem no AdaptWeb.** 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

WILEY, D. **Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and taxonomy.** 2001. Disponível em: www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc. Acessado em 2014.