

Web Semântica: uma análise sobre o desenvolvimento e aplicação de ontologias

Josimar Damásio¹, Frederico Coelho (Orientador)¹

¹Departamento de Ciências da Computação – Universidade Presidente Antônio Carlos – UNIPAC – Barbacena – MG – Brasil

josimar.damasio@yahoo.com.br, fredericocoelho@unipac.br

Resumo: *Com a rápida ascensão e adesão, tanto de usuários comuns quanto de empresas, fizeram da internet as maiores e mais importantes fonte de dados existentes. Com isso, criaram-se também certos problemas, como a busca e o gerenciamento dessas informações de modo eficiente. Com vista à solucionar esses problemas, entre outras questões, é que está se desenvolvendo a Web Semântica, uma nova forma de estruturação e de “compreensão” por parte das máquinas da web. Este artigo busca dar mais visibilidade a essa nova Web (que apesar de ter sido idealizada no início desta década, ainda não é um tema discutido com amplitude na comunidade científica brasileira), descrevendo sobre um dos seus pontos mais relevantes, as ontologias.*

Palavras-chave: Web Semântica, Ontologias, Web, representação do conhecimento.

1. Introdução

Vive-se hoje a era da informação em que a *internet* se tornou o maior banco de conteúdo aberto a que se tem acesso. Uma era em que os usuários desta rede mundial podem não somente acessar aos diversos tipos de informação que nela se encontra, mas também ultrapassaram o simples posto de usuários comuns, para os de provedores de conteúdo e até de formadores de opinião, exemplo disso é a proliferação dos *blogs*, a grande ascensão de *sites* como a *Wikipédia* e *Youtube* (respectivamente, enciclopédia aberta, que permite qualquer usuário criar e editar artigos, e dos maiores *site* de vídeos da *internet*, engloba desde vídeos caseiros até clipes e pequenos vídeos de grandes estúdios de cinema.) e a popularidade de sites de relacionamentos como o *Facebook* e o *Orkut* (sites de relacionamentos, famosos por permitir uma grande interação entre seus usuários), que atualmente, romperam o conceito de simples redes sociais. E é num ambiente como esse, com tanta informação já disponível e ainda sendo gerada em grande escala; é que surgem também grandes problemas para organizar, tratar e buscar essas informações de modo eficiente.

Diante de problemas como estes é que a visão semântica da *web* ganha força, visão essa que tornaria mais fácil e rápido para os usuários estarem acessando e manipulando informações na internet, já que estes e as máquinas poderiam compartilhar do mesmo entendimento semântico.

A *web* semântica é uma extensão da *web* atual, porém apresenta uma estrutura que possibilita a compreensão e o gerenciamento dos conteúdos armazenados na *web*, independente da forma em que estes se apresentem, seja texto, som, imagem e gráficos, a partir da valoração semântica desses conteúdos, e através de agentes que serão programas coletores de conteúdo advindos de fontes diversas capazes de processar as informações e permutar resultados com outros programas [B. LEE 2001].

Dentro desse universo uma característica é de suma importância para o entendimento e desenvolvimento da *Web Semântica*, as Ontologias.

As ontologias são ferramentas utilizadas na *Web Semântica* para o estabelecimento da comunicação entre humanos e agentes de *softwares*, pois elas determinam o significado e os conceitos que representam os recursos informacionais na rede e são importantes para o estabelecimento de uma rede de conhecimentos na *Web*. [ALVES 2005]

2. Definições de Ontologias

“Ontologia é uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada” [GRUBER].

Especificação Explícita: significa que os elementos e restrições estão explicitamente conceituados;

Especificação Formal: a ontologia deve ser acessível por um processamento automático, ou seja, sem a intervenção de humana, utilizando apenas os *agentes inteligentes*;

Conceitualização: representa um modelo abstrato de algum evento que identifica os conceitos mais importantes para o mesmo;

Compartilhada: é a idéia de que uma ontologia possa capturar um conhecimento consensual, compartilhado por um conjunto de pessoas.

As ontologias formam o ponto mais importante para o desenvolvimento semântico da *web*, através de suas especificações compartilhadas, elas se tornam modelos conceituais que capturam e expressam o vocabulário usado em recursos semânticos, e nesse âmbito, servem como base para garantir uma comunicação livre de ambiguidades.

Na literatura o termo ontologia ganhou sete definições propostas por Guarino e Giaretta [GUARINO 98].

1. Ontologia é uma disciplina da filosofia;
2. Ontologia é uma conceitualização informal de um sistema;
3. Ontologia é um relato semântico formal;
4. Ontologia é uma especificação de uma conceitualização;
5. Ontologia é uma representação de um sistema conceitual através de uma teoria da lógica;
6. Ontologia é o vocabulário utilizado por uma teoria lógica;
7. Ontologia representa o metanível da especificação de uma teoria da lógica.

O W3C - *World Wide Web Consortium*, o consórcio de empresas ligadas a área de tecnologia, fundada por Tim Berners-Lee, define as ontologias como:

“A definição dos termos utilizados na descrição e na representação de uma área do conhecimento”.

Ainda segundo o W3C, as ontologias devem prover descrições para os seguintes tipos de conceitos:

- Classes nos vários domínios de interesse;
- Relacionamentos entre essas classes;
- Propriedades que essas classes devem possuir.

As ontologias têm sido usadas por várias áreas do conhecimento humano e é aceitável a existência de várias definições e significados para este termo. Uschod e Jasper propuseram uma definição mais completa para as ontologias:

“Uma ontologia pode assumir vários formatos, mas necessariamente deve incluir um vocabulário de termos e algumas especificações de seu significado. Esta deve abranger definições e uma indicação de como os conceitos estão inter-relacionados, o que resulta na estruturação do domínio e nas restrições de possíveis interpretações de seus termos.” [USHOLD 96].

Para compreender melhor os conceitos de ontologia, é apresentada na Figura 1, uma ontologia para o domínio de circuitos eletrônicos. A ontologia resultante incluiria 51 conceitos específicos (por exemplo: circuito integrado, resistor, transistor, processador, diodo, entre outros) e também relações entre esses conceitos (por exemplo: o processador é um tipo de circuito integrado, entre outros). Quando se almeja inserir na base de conhecimentos um circuito de um rádio, ou seja, descrever a realidade de um rádio, esse pode ser formado por 10 transistores, 20 resistores, e 4 diodos, mas quando se deseja inserir de conhecimentos um circuito de uma calculadora, esse pode ser formado por 4 transistores, 3 resistores, e 5 diodos. Pode-se observar que apesar da realidade descrita na base de conhecimento variar para o rádio e para a calculadora, a ontologia empregada continua sendo a mesma, portando usa-se os mesmos conceitos para descrever as duas realidades, segundo [G & LUC 2002].

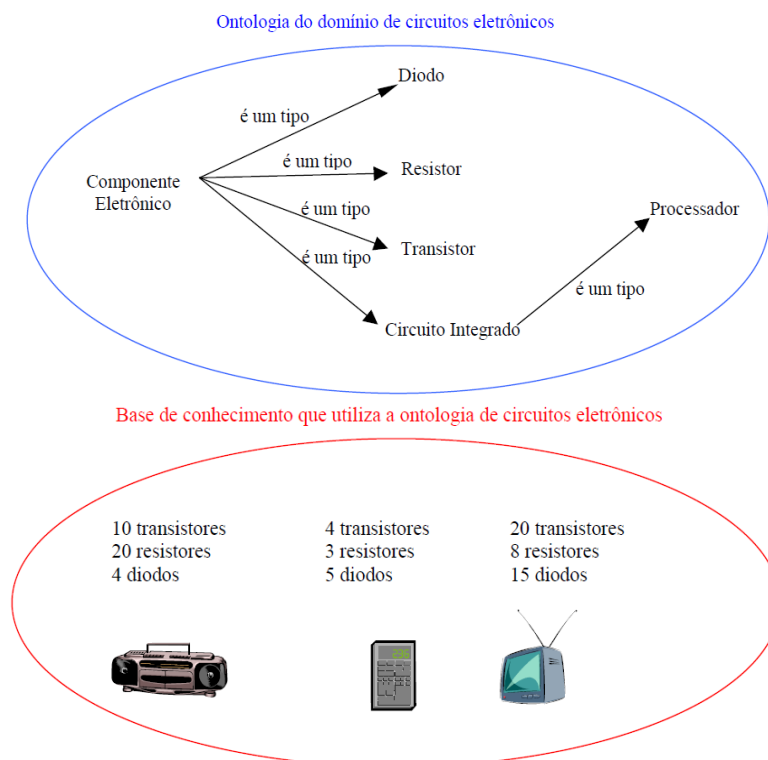


Figura 1 - Comparação entre ontologia e base de conhecimento [G & LUC 2002].

Independente da definição mais conveniente para o entendimento das ontologias é importante ressaltar que as ontologias têm sido usadas para descrever artefatos com vários níveis de estruturação e para diferentes propósitos.

3. Classificações

Segundo [BREIT 2005] muitas classificações de ontologias foram propostas ao longo do tempo por diversos autores, mas todos tinham o mesmo objetivo, distinguir variantes ontológicas, baseando se em aspectos de relevância, complexidade, informação que elas representam, entre outros. Nesta seção serão apresentadas, algumas dessas classificações como através do espectro semântico, quanto à generalidade e a ao tipo de informação que representam.

3.1. Classificando Ontologias através de seu espectro semântico

Essa classificação concentra se na estrutura interna e no conteúdo das ontologias. Esse modo de classificação segue uma ordem em que as ontologias mais simples – ou “leves” como são assim chamadas por alguns autores – até as mais complexas (“pesadas”).

Por esse método de classificação tem se desde catálogos informais de termos, com especificações em linguagem natural não estruturada, até ontologias com um grande valor de expressividade.

Todos esses artefatos objetivam estabelecer um vocabulário compartilhado que permita a troca de informações entre grupos de trabalho ou indivíduos. A variante é o grau de formalismo e expressividade de cada representação [BREIT 2005].

Vocabulários controlados: é composta por uma lista finita de termos;

Glossários: são compostos por uma lista de termos com significados em linguagem natural. O formato é semelhante à de um dicionário convencional, em que os termos são organizados em ordem alfabética, seguidos dos seus respectivos sentidos, em linguagem natural;

Tesouros: é composto por uma lista de termos e suas definições que padroniza a utilização de palavras para indexação. Um tesouro também fornece relacionamentos entre os termos, podendo ser eles do tipo hierárquico, associativo e de equivalência;

Hierarquias tipo-de-informais: são hierarquias que utilizam o relacionamento de generalização (tipo-de) informalmente;

Hierarquias tipo-de-formais: são hierarquias que incluem instâncias de um domínio, nelas os relacionamentos de generalização são respeitados integralmente;

Frames: são modelos que incluem classes e propriedades. As classes são primitivas dentro de um modelo de *frames*, elas possuem propriedades, conhecidas como atributos, esses atributos não possuem escopo global, aplicam se apenas nas classes para quais foram definidas. Cada *frame* fornece o contexto para desenvolver um aspecto dentro de um domínio;

Ontologias que exprimem restrições de valores: ontologias que tem por características fornecerem recursos para restringir os valores assumidos pelas propriedades de suas classes;

Ontologias que exprimem restrições lógicas – ontologias que permitem expressar restrições em lógica de primeira ordem.

3.2. Classificando ontologias quanto à generalidade

Neste sistema de classificação, utiliza-se da generalidade da ontologia, como um dos principais critérios para classificá-las.

Ontologias de nível superior – descrevem conceitos muito genéricos, tais como espaço, tempo e eventos. Esses aspectos seriam em um primeiro instante, independentes do domínio, podendo ser reutilizados no desenvolvimento de novas ontologias;

Ontologias de domínio – refere-se ao vocabulário relativo a um domínio específico utilizando-se da especialização de conceitos presentes na ontologia de alto nível;

Ontologias de tarefas – refere-se ao vocabulário relativo a uma tarefa genérica ou uma atividade através da especialização de conceitos das ontologias de alto nível;

Ontologias de aplicação – são as ontologias, mas específicas, correspondem em geral, a funções executadas por entidades do domínio no decorrer de uma tarefa.

3.3. Classificando ontologias quanto ao tipo de informação que representam

Outra classificação proposta por Assunción Gómez-Pérez, Mariano Fernández-López e Oscar Corcho, [G & PÉREZ 2004], é de se concentrarem no tipo de informação a ser modelado. São os seguintes tipos:

Ontologias para representação de conhecimento – essas capturam primitivas de representação do conhecimento, fornecendo as primitivas para modelagem de linguagens, que se baseiam em *frames*, comumente usadas em Inteligência Artificial;

Ontologias gerais e de uso comum – utilizadas na representação do conhecimento de senso comum, podendo ser utilizadas em diversos domínios, elas incluem um vocabulário relacionado a suas classes, eventos, espaço causalidade, comportamento, entre outros;

Ontologias de domínio-tarefa – ontologias de tarefas podendo ser reutilizadas em um determinado domínio, mas não em domínios semelhantes;

Ontologias de métodos – ontologias que fornecem definições para os conceitos e relacionamentos importantes para um processo com a finalidade de se alcançar um objetivo.

4. Requisitos importantes de uma linguagem de ontologias para Web Semântica

O consórcio W3C preocupando-se com o desenvolvimento de linguagens diretamente relacionadas com o surgimento da Web Semântica estabeleceu os requisitos essenciais para se obter uma linguagem que capte das ontologias o máximo de semântica possível.

Segundo [BREIT 2005], as ontologias devem ter únicos URI's (*Uniform Resource Indicator*, indicador uniforme de recursos), esses por sua vez servem também de referência para identificação de forma não ambígua de dois termos em ontologias distintas, ou seja, devem possuir identificadores absolutos.

É interessante aplicar se o conceito de reusabilidade nas ontologias, por isso elas devem ser desenvolvidas de modo a permitir estender se a outras ontologias e essas realizarem reúso de termos ao mesmo tempo em que se adicionam novas classes e propriedades. As ontologias também precisam fazer alocação de recursos que as explicitam, identificando de forma precisa onde estão localizadas suas definições.

Segundo [BREIT 2005], uma linguagem de ontologias deve fornecer informações no formato de metadados sobre cada ontologia, informações básicas como autor e data de publicação, essa linguagem tem que oferecer um conjunto-padrão de metadados podendo este ser ou não fornecido pelo padrão *Dublin Core*¹. É importante também que uma linguagem forneça mecanismo com capacidade de realizar a comparação e relacionar diferentes versões de uma mesma ontologia, essas ontologias por sua vez devem incluir recursos com capacidade de relacionar revisões com versões mais antigas, explicitar compatibilidade reversa e a função de excluir novos itens, se estes mesmos não forem mais compatíveis com suas versões anteriores.

[BREIT 2005] ainda diz que as linguagens de ontologias precisam ser capazes de expressar definições complexas de classes da ontologia – é importante que essa linguagem forneça suporte ao tratamento de classes enquanto instâncias, isso se faz necessário, pois um mesmo conceito pode ser considerado uma classe ou um indivíduo - e capazes de expressarem também definições de propriedades – a esses por sua vez, a linguagem deve oferecer suporte à especificação de restrições à cardinalidade de determinadas propriedades, restrições essas que ajustariam os limites inferiores e superiores do número de objetos a que cada um poderá se relacionar através da mesma propriedade. Em ambas as definições, classes e propriedades devem incluir, mas estas não estão limitadas respectivamente a subclasses e combinações de classes, e subpropriedades, restrição de domínio e escopo, transitividade e propriedades inversas. Ainda, seria função dessas linguagens, incluírem recursos com a capacidade de estabelecer equivalência entre duas classes ou propriedades, e também a equivalência individual, incluindo mecanismos para estabelecer que dois identificadores representem um mesmo indivíduo, pois, dada a natureza descentralizada da própria *web*, é possível que aja mais de um identificador sendo atribuído a um mesmo objeto, uma possível solução para este problema seria a utilização de uma URL padrão, mas como alguns indivíduos podem possuir várias URLs, isso não resolveria o problema por completo, mas ainda assim, é a melhor solução encontrada atualmente para lidar com tal problema, enquanto se busca uma solução definitiva. A linguagem de modo geral não vai assumir a unicidade de nomes locais, isto é, não considerará que identificadores distintos apontem necessariamente para indivíduos distintos, porém existem situações em que essa condição se faz presente.

4.1 Ferramentas para manuseio de ontologias

A construção de ontologias para a comunicação em nível de conhecimento entre agentes cognitivos tem se tornado alvo de estudos, e propiciou a elaboração de ferramentas com o objetivo de dar suporte não só a esta atividade, mas a atividades-fim de uso de ontologias, como, por exemplo, ferramentas de escritório para gestão de conhecimento (*knowledge management*). Com efeito, vários ambientes para a

¹ *Dublin Core* é um modelo de metadados que visa descrever objetos digitais, tais como, vídeos, sons, imagens, textos e sites na web.

manipulação de ontologias - que incluem editores, servidores, repositórios e ferramentas para consolidação e tradução de ontologias - estão surgindo, com o objetivo não só de facilitar a sua construção, como também de disponibilizar ontologias públicas para reuso e extensão, integrando diferentes grupos de pesquisa, amiúde distantes geograficamente, que pesquisam sobre as mesmas áreas ou áreas afins. Vale salientar que alguns editores fornecem ferramentas para refazer, desfazer e auditar mudanças (documentando quem as fez e quando), além de verificação de conflitos e tratamento de instâncias e classes órfãs [FREIT 2003].

5. Engenharia de ontologias

[FREIT 2003] diz que a construção de ontologias deve ser entendida como um projeto de software convencional, ou seja, utilizando-se dos mesmos conceitos de engenharia de software, para que se determine sua qualidade baseada em critérios como eficiência, eficácia, legibilidade, portabilidade, extensibilidade, interoperabilidade e reuso. Por essas razões, tal concepção deve basear-se em seu futuro emprego, e não somente em aspectos filosóficos do conhecimento acerca do domínio representado.

5.1. Princípios de construção de ontologias

Alguns princípios adotados na construção de ontologias, se usados com precisão, garantem sua qualidade segundo [GRUBER 93].

Clareza: Os programas usam diferentes modelos e abstrações na resolução de seus problemas. Na definição do conhecimento, deve-se ter a objetividade de definir apenas o que se presume ser útil na resolução da classe de problemas a ser atingida. Definições completas, com condições necessárias e suficientes, devem ter precedência sobre definições parciais;

Legibilidade: As definições devem guardar correspondência com as definições correntes e informais. A ontologia deve usar um vocabulário compartilhável;

Coerência: As inferências derivadas da ontologia definida devem ser corretas e consistentes do ponto de vista formal e informal com as definições;

Extensibilidade: A ontologia deve permitir extensões e especializações monotonicamente e com coerência, sem a necessidade de *revisão de teoria*, que consiste na revisão lógica automática de uma base de conhecimento em busca de contradições;

Mínima codificação: Devem ser especificados conceitos genéricos independente de padrões estabelecidos para mensuração, notação e codificação, garantindo a extensibilidade. Essa genericidade é limitada pela clareza. Esta característica se contrapõe à programação imperativa orientada a objetos, porque, por exemplo, atributos de objetos trazem tipos básicos e informações sobre a implementação;

Mínimo compromisso ontológico: Para maximizar o reuso, apenas o conhecimento essencial deve ser incluído, gerando a menor teoria possível acerca de cada conceito, e permitindo a criação de conceitos novos, mais especializados ou estendidos.

Outro aspecto a ser observado quanto às linguagens, é a utilização de um conjunto-padrão para tipos de dados podendo esses, serem baseados no *XML Schema* (linguagem baseada no formato XML- *Extensible Markup Language*, ou seja, uma extensão da linguagem HTML - *HyperText Markup Language*, que significa *Linguagem de Marcação de Hipertexto* - para definição de regras de validação em documentos no

formato XML). Faz-se necessário também a utilização de tipos de dados complexos e/ou estruturados, oferecendo aos mesmos, suporte à definição e à utilização. Sendo comumente usados na especificação de datas, pares de coordenadas e endereços. Esses dados também são de suma importância para a linguagem, já que a mesma deve ter uma função que “anote” sentenças com informações adicionais, como por exemplo, data, hora, fonte, nível de confiabilidade, a linguagem não precisa fornecer um conjunto de propriedades a ser utilizado para essa função, porém deve prover uma ferramenta que possibilite aos usuários de fazê-lo.

Para dar visualização das ontologias em diversos idiomas, as linguagens devem possuir suporte à especificação de múltiplas opções de etiquetas (*labels*), para cada objeto da ontologia, além disso, as linguagens precisam suportar diversos tipos de caracteres utilizados em vários idiomas, e também dar suporte a sequências únicas de caracteres em Unicode, pois em alguns casos baseados na codificação Unicode, duas sequências de caracteres diferentes podem parecer idênticas, em casos como esse a expectativa dos usuários é de que essas sequências tenham valores de comparação também idênticos.

5.2. Métodos para a construção de ontologias

Entre as maiores razões para construir uma ontologia estão o compartilhamento da informação e a possibilidade de reuso do conhecimento sobre domínio específicos. Cientificamente esta é uma argumentação perfeita, porém a demonstração da necessidade e da utilidade de ontologias não é de colaboração para o desenvolvimento das mesmas, segundo [G & WELTY 98].

Segundo [BREIT 2005], atualmente cientistas de várias regiões do mundo estão se empenhando para a criação de uma metodologia adequada ao desenvolvimento de ontologias para a *Web Semântica*, entre estes estão pesquisadores de universidades como Manchester, Toronto, Stanford, PUC-Rio, MIT, além ainda de organizações como a DARPA e o W3C, entre muitas outras. Provavelmente as variáveis são em tão grande número, que não seja possível desenvolver uma única metodologia eficiente para todas as situações, sendo assim, a melhor solução encontrada pode ser a escolha entre algumas possibilidades ou a composição de várias metodologias o ambiente.

Como já mencionado anteriormente, não existe ainda uma metodologia ótima para a criação de ontologias, ou seja, uma metodologia universal, aplicada a qualquer situação que seja interessante e/ou eficiente o seu uso, portanto todas as metodologias existentes atualmente tem seu uso, porém sendo utilizadas em caso em que lhe são mais compatíveis ou específicas. A seguir apresentam-se algumas dessas metodologias, bem como uma definição simplificada de cada uma.

5.2.1 Método Cyc

O primeiro registro de método ou conjunto de heurísticas para a construção de ontologias foi publicado com os resultados do projeto Cyc (redução de *enCYClopedia*). O projeto tinha como objetivo de criar uma grande base de conhecimento que, segundo seus próprios desenvolvedores, contém os “termos mais gerais da realidade consensual dos humanos”. Esse projeto iniciou-se na década de 1980, pela MMC (*Microelectronics and Computer Corporation*), e consiste em um núcleo com cerca de um milhão de sentenças que foram incluídas manualmente na base de conhecimento do Cyc.

O Método Cyc é bastante semelhante a uma enciclopédia convencional – como o próprio nome sugere. A base de conhecimento do Cyc é continuamente atualizado e acrescido de novas sentenças, e ainda foram desenvolvidas microteorias para apoiar a classificação da informação, separando a em domínios específicos, essas microteorias têm por objetivo, facilitar a coleta e a modelagem em domínios, fazendo isso através de adaptações hipotéticas e simplificações.

5.2.2 Metodologia Proposta por Uschold

Segundo [BREIT 2005], a importância das ontologias como modelo conceitual para a captura e a reutilização de informação é bem compreendida em meios acadêmicos. Baseado na prática da construção da ontologia de topo *Enterprise*, o grupo do pesquisador Mike Uschold, da Universidade de Edimburgo, em cooperação com outras empresas, foram os primeiros a proporem uma metodologia para a construção de ontologias, que ficou conhecido como, “*skeletal methodology*”.

O processo de construção de uma ontologia, segundo [USHOLD 96], deve ser guiado por *cenários de motivação*². A técnica de cenários proposta por Jonh Carrol para *disign* de interfaces, é utilizada largamente no desenvolvimento de *software*, seja através de casos de uso em desenvolvimento orientado a objetos ou ainda em “*historias*” (*user histories*) no desenvolvimento utilizando-se metodologias ágeis, por exemplo, Extreme Programming. Essa técnica se baseia na descrição de situações reais e na sequência de ações que devem ser tomadas para que seus objetivos sejam atingidos. Cenários são muito úteis na comunicação, na modelagem e na validação de informações junto a usuários [BREIT 2005].

5.2.3 Metodologia do Projeto TOVE

Gruninger e Fox propuseram a metodologia *Toronto Virtual Enterprise* (TOVE) em 1995. A metodologia foi derivada da experiência dos autores no desenvolvimento de ontologias para os domínios de processos de negócios e corporativo. Os autores utilizam o que chamam de cenários de motivação para descrever problemas e exemplos que não estejam adequadamente referenciados por ontologias existentes, conforme propôs Uschold. Desenvolvidos esses cenários, o desenvolvedor deve elaborar questões de competência para a ontologia, quais são as questões que a ontologia deve responder. Estas são elaboradas com o propósito de auxiliar na análise da ontologia [BREIT 2005].

5.2.4 Methodology

O *Methodology* é um *framework* desenvolvido no laboratório de Inteligência Artificial do Politécnico de Madri que oferece apoio automatizado para a construção de ontologias [BREIT 2005].

Segundo [BREIT 2005], este método é baseado no processo padrão IEEE para o desenvolvimento de software. Processo de desenvolvimento de ontologias referencia quais as atividades que devem ser cumpridas ao se construir ontologias. Segundo seus autores, Assunción Gómez-Pérez, Mariano Fernández e Natalia Juristo, para estes é fundamental chegar a um acordo quanto a essas atividades, sobretudo se a ontologia está

² Os **Cenários de Motivação** são descrições de problemas ou exemplos que não são cobertos adequadamente por ontologias existentes. A partir desses cenários-problemas se chega a um conjunto de soluções possíveis, que carregam a semântica informal dos objetos e relações que posteriormente serão incluídos na ontologia.

sendo desenvolvida por times que se encontram dispersos geograficamente. Eles classificam as atividades em três grupos:

Atividades de gerenciamento de ontologias - elaboração de cronogramas, controle, garantia da qualidade;

Atividades ligadas ao desenvolvimento de ontologias – estudo do ambiente, estudo de viabilidade, especificação, conceitualização, formalização, implementação, manutenção e uso, e;

Atividades de suporte – aquisição do conhecimento, avaliação, integração, documentação, gerencia da configuração e alinhamento.

Essas atividades são suportadas pelo Ambiente de Desenvolvimento de Ontologias (ODE, sigla em inglês), que oferece recursos automatizados ao processo de criação de ontologias.

6. Considerações finais

Neste artigo foi explanado um pouco – tendo em vista suas dimensões - sobre a *Web Semântica*, através de uma dissertação sobre as ontologias, abordando algumas de suas definições, tanto filosóficas, quanto no âmbito tecnológico, suas principais classificações atualmente empregadas, como devem ser as linguagens para um bom e eficiente desenvolvimento de ontologias, princípios de engenharia que devem ser adotados na construção das mesmas e algumas metodologias empregadas para o desenvolvimento de ontologias.

O objetivo principal deste artigo foi dar mais visibilidade a *Web Semântica*, um novo modelo de *web* - que apesar de ter sido idealizada no início desta década - que ainda não é amplamente discutida na comunidade científica brasileira, sendo assim, foi de grande interesse tratar deste tema e devido a sua grande complexidade, aprofundar se em um elemento específico e de grande importância para o desenvolvimento da *Web Semântica*, as ontologias. Essas por sua vez foram amplamente dissertadas, buscando assim, seu melhor entendimento e com isso serviu também para uma melhor compreensão da *Web Semântica* como um todo.

7. Trabalhos futuros

Tendo em vista que este artigo foi uma análise, não tendo sido mostrada a implementação e/ou a codificação de uma ontologia passo a passo, é interessante, portanto, com base neste artigo, a utilização de um editor ou gerenciador de ontologias para demonstrar com exemplos reais a criação e todos os processos envolvidos nisso, com objetivo de visualizar claramente os vários aspectos de desenvolvimento de ontologias abordados neste artigo.

8. Bibliografia

[ALVES 2005] ALVES, RACHEL C. VESÚ. *Web Semântica: uma análise focada no uso de metadados*. Disponível em:<www.marilia.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/CienciadaInformacao/Dissertacoes/alves_rcv_me_mar.pdf>. Acesso em: 2 de março de 2009.

[B. LEE 2001] BERNERS-LEE, T.; HENDER, J.; LASSILA, O. *The Semantic web: a new form of web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of*

new possibilities.c [S. l.: S. n.], 2001?. Disponível em: <<http://www.scientificamerican.com>>. Acesso em: 13 junho de 2009.

[BREIT 2005] BREITMAN, KARIN. *Web Semântica: a Internet do Futuro*. Brasil. Livros Técnicos e Científicos, 2005.

[FREIT 2003] FREITAS, FREDERICO L. GONÇAVES, *Ontologias e a Web Semântica*. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~gauthier/EGC6006/material/Aula%203/Ontologia_Web_semantica%20Freitas.pdf>. Acesso em: 13 junho de 2009.

[G & LUC 2002], GUIMARÃES FRANCISCO JOSÉ ZAMITH; LUCENA, CARLOS J. P. DE, *Utilização de ontologias no domínio*. Disponível em: <http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0024134_02_cap_04.pdf>. Acesso em: 01 de Novembro de 2009.

[G & PÉREZ 2004] GÓMEZ-PÉREZ 2004 apud BREITMAN, KARIN. *Web Semântica: a Internet do Futuro*. Brasil. Livros Técnicos e Científicos, 2005.

[G & WELTY 98] GUARINO E WELTY 1998 apud BREITMAN, KARIN. *Web Semântica: a Internet do Futuro*. Brasil. Livros Técnicos e Científicos, 2005.

[GRUBER 93] GRUBER 1993 apud FREITAS, FREDERICO L. GONÇAVES, *Ontologias e a Web Semântica*. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~gauthier/EGC6006/material/Aula%203/Ontologia_Web_semantica%20Freitas.pdf>. Acesso em: 13 junho de 2009.

[GRUBER] GRUBER apud BREITMAN, KARIN. *Web Semântica: a Internet do Futuro*. Brasil. Livros Técnicos e Científicos, 2005.

[GUARI 1998] GUARINO 1998 apud BREITMAN, KARIN. *Web Semântica: a Internet do Futuro*. Brasil. Livros Técnicos e Científicos, 2005.

[USHOLD 96] USHOLD 1996 apud BREITMAN, KARIN. *Web Semântica: a Internet do Futuro*. Brasil. Livros Técnicos e Científicos, 2005.