



Perspectivas de investigação

O papel das definições como subsídios a elaboração de Ontologias de Domínios: a perspectiva onomasiológica

Maria Luiza de Almeida Campos

Universidade Federal Fluminense
Departamento de Ciência da Informação
Brasil · maria.almeida@pesquisador.cnpq.br

Hagar Espanha Gomes

Universidade Federal Fluminense
Consultora Independente
Brasil · haguespanhagomes@gmail.com

Resumo: Investiga-se o uso que se pode fazer das definições como um elemento fundamental para a elaboração de modelos conceituais consistentes em ontologias de domínios. Apesar dos estudos já bastante avançados sobre ontologias na Ciência da Computação, Inteligência Artificial e Engenharia do Conhecimento, ainda são escassos trabalhos que abordem os aspectos semânticos utilizados na elaboração de um modelo conceitual de domínio em ontologias. Por conseqüência, as ferramentas semânticas têm pouco a contribuir no sentido de orientação do usuário no processo de construção da ontologia, assim como em diretivas para a construção de ontologias de qualidade. De forma geral, as propostas metodológicas pressupõem a existência ou mesmo a captura de uma estrutura de conceitos já existentes, sugerindo a partir desta estrutura critérios para verificar a explicitação de propriedades e relações entre os conceitos: não se verifica a discussão de quais seriam os elementos básicos que devem ser tomados como ponto de partida para a elaboração de um modelo conceitual em uma Ontologia de Domínio. Partindo da abordagem onomasiológica, consideramos ser possível a identificação de elementos para a formação de um sistema de conceitos a partir da análise conceitual das definições coletadas. Pretende-se assim, explorar as definições, não como produto final da fixação do conceito em um domínio, mas como elemento primeiro visando à estruturação do conceito no interior de um domínio. Consideramos que esta perspectiva recupera o significado original do termo Ontologia, ou seja, a representação do "ser no mundo".

Palavras-chaves: Ontologia de domínio; definição; abordagem onomasiológica.

Abstract: Use of definitions as a fundamental issue in constructing consistent conceptual models in domain ontologies is investigated. Although studies on ontologies in Computer Science, Artificial Intelligence and Knowledge Engineering have advanced, those on methodological issues related to semantic aspects for conceptual modeling in domain ontologies are seldom tackled. As a consequence, existing tools have little to offer as a guide to users not only when constructing ontologies, as well as when constructing ones with quality. In general, methodological proposals presuppose the existence or even the capture of existing conceptual structures; from these, criteria are suggested in order to verify explicit properties and relations among concepts: there are no discussions on key elements as starting point for conceptual modeling on domain ontologies. The onomasiological approach suggests that from a conceptual analysis of collected definitions it is possible to identify elements for the construction of a concept system. So, definitions are explored, not as a final product for fixing a concept in a domain, but as a first step aiming at its fixing. It is considered that this approach retrieves the original meaning of the term Ontology, i. e., the representation of 'Being in the world'.

Keywords: Domain ontologies; Definitions, Onomasiological approach.

I. Introdução

Instrumentos semânticos são de fundamental importância nas atividades de organização e do conhecimento, aí incluídos tesouros, taxonomias e ontologias. Várias são as abordagens teóricas para suas construções. Qual delas serve melhor a nossos propósitos? E quais seriam eles? - Produzir serviços que possam ser semanticamente processáveis pelo computador para recuperação inteligente.

O que nos move, então, é entender o processo de comunicação da máquina com o homem (interação homem/máquina). Assim, dentre as várias abordagens terminológicas é preciso optar por alguma que forneça condições de identificação acurada dos objetos e seus atributos, sua forma verbal padronizada e condições para estrutura terminológica sistemática.

O que aqueles instrumentos semânticos têm em comum é que se constituem em terminologia padronizada e estruturada, embora com suas especificidades requeridas para suas diferentes funções.

Antes mesmo da introdução da computação nos serviços de informação a preocupação com a forma dos termos e seu relacionamento já era sentida nos serviços de indexação (Kaiser, 1911), sendo tais relacionamentos tanto de natureza paradigmática (no instrumento de controle de vocabulário) quanto de natureza sintagmática (no processo de representação de um conteúdo).

O artigo que aqui apresentamos é parte dessas nossas inquietações: trata do uso que se pode fazer das definições como um elemento fundamental para a elaboração de modelos conceituais consistentes em ontologias de domínios, mas além disso trata também de defender uma dada abordagem para se elaborar, neste caso, ontologias.

As pesquisas anteriores que desenvolvemos, no âmbito da Ciência da Informação¹, nos mostraram que o que foi possível identificar na literatura foram critérios de verificação se a estrutura conceitual era coerente ao domínio a ser modelado. Esses critérios pressupõem o que se denomina por análise ontológica, ou seja, uma análise detalhada das propriedades dos referentes de um domínio, em que as Ontologias de Fundamentação são as maiores representantes. Neste sentido, muitas propostas especificam critérios ontologicamente bem fundamentados aos quais a estrutura taxonômica deve obedecer: são metodologias de *análise da consistência conceitual* desta estrutura. Aí estão incluídas as propostas de Smith e Kumar, A. (2004); de Welty e Guarino (2001); de Guizzardi (2005); Fernandez , Gomez-Perez e Juristo (1997). No entanto, apesar da difusão de linguagens e ferramentas para a representação e construção de ontologias, as metodologias propostas resultam de pouca utilidade no que diz respeito aos critérios utilizados para o levantamento do *corpus* conceitual de um domínio, pois em geral ainda não contemplam diretrizes satisfatórias para a identificação dos conceitos e relacionamentos entre estes, nem tampouco para a criação de definições sistemáticas associadas a esses conceitos. Por conseqüência, as ferramentas têm pouco a contribuir no sentido de orientação do usuário no processo de construção da ontologia, assim como em diretrizes para a construção de ontologias de qualidade (Fernandez, Gomez-Perez, Juristo, 1997; Ding & Foo, 2002; Fernández-López, 2001; Gangemi, Pisanelli, Steve, 1999 ; Gruninger & Fox, 1995; Guarino & Welty, 2002 ; Metaxiotis, Psarras, Askounis, 2001; Mizonguchi, 2014; Paslaru-Bontas, 2007; Sure, Staab, Studer, 2002; Uschold & King, 1995).

De forma geral, as propostas metodológicas pressupõem a existência ou mesmo a captura de uma estrutura de conceitos já existentes, sugerindo a partir desta estrutura critérios para verificar a explicitação de propriedades e relações entre os conceitos: não se verifica a discussão de quais seriam os elementos básicos que devem ser tomados como ponto de partida para a elaboração de um modelo conceitual em uma Ontologia de Domínio.

¹ Pesquisas desenvolvidas no âmbito do grupo de pesquisa OntoTaxo: Período 2005-2008 "Integração de Ontologias: o domínio da Bioinformática e a problemática da compatibilização terminológica" ; Período 2009-2011 "Ontologia e o papel das definições: a descoberta do conhecimento no domínio de Tripanosomatídeos como apoio às pesquisas em Bioinformática no Brasil"; Período 20012-20015 "Investigação sobre as bases epistemológicas e ontológicas da representação de domínios de conhecimento : a questão do compromisso ontológico em ontologias de fundamentação".

O padrão definitório é o alvo a ser atingido e os princípios para sua construção não estão presentes na literatura acima citada. Desta forma, exploramos as definições, não como produto final da fixação do conceito em um domínio, mas como elemento primeiro visando à estruturação do conceito no interior deste domínio.

Esta perspectiva teórico-metodológica possibilita que, a partir de definições encontradas na literatura, o profissional de informação possa, empregando um método de análise categorial, identificar-lhes inconsistências, realizar análise ontológica das mesmas, sem necessariamente ser um especialista do domínio a ser representado. Assim, o profissional munido de um levantamento terminológico criterioso, pode, a partir das características que compõem o conceito ou das propriedades dos objetos, identificar as relações conceituais através dos enunciados definitórios obtidos, conseguir representar o domínio, respeitando o compromisso ontológico assumido.

Esta perspectiva possibilita também ao profissional da informação uma certa liberdade e consistência conceitual na representação de modelos de domínios visando organização e recuperação de informação e de conhecimento.

Por outro lado, quando a literatura não provê definições sobre um termo, então é preciso transferir para o especialista instruções sobre o método a seguir para a produção de enunciados definitórios adequados. Em ambos os casos existem princípios teórico- metodológicos a seguir.

Assim, a partir de uma amostra definida observamos quais elementos constituem uma definição que possa revelar, não apenas o posicionamento do conceito no sistema (relações genéricas e específicas), mas também a descrição de itens que envolvem tal conceito (relações ônticas). Neste sentido, estudamos também, a partir de um posicionamento metodológico, as categorias de conceitos, pois dependendo de sua natureza (se objeto, se processo, se evento...) verificamos que *a priori* se apresentam relações diferentes.

Este artigo se encontra assim organizado, a partir desta introdução: no item 2 apresentamos o papel das definições em ontologias e para tanto discutimos sua importância, sua tipologia e o papel do compromisso ontológico no que tange às definições em ontologias; no item 3 descrevemos o método onomasiológico e sua relação com as propostas de Dahlberg do ponto de vista de organização de conceitos em um domínio; no item 4 apresentamos um pequeno exemplo de aplicação deste método ressaltando sua aplicação em ontologias de domínio e por fim as considerações finais deste trabalho.

2. O papel das definições em Ontologias de Domínios²

Os estudos têm mostrado discussões sobre um vasto número de modos de definição e estes modos estão relacionados com o compromisso ontológico (acordo) assumido em cada domínio.

Consideramos que as ontologias, entre outros aspectos, necessitam de um padrão para seus enunciados definitórios que possam apoiar o entendimento pelos agentes inteligentes (software). Consideramos também, que partimos do conteúdo conceitual de uma unidade de representação, seja ela uma entidade ou uma instância, para que seja possível inferir sobre estas unidades um dado entendimento que possa ser "compreendido" por máquinas.

Os problemas de definição têm sido objeto de estudos diversos na língua geral. Na língua especializada, nos últimos 50 anos, a definição passou a ser objeto de estudo sistemático. Até a década de 1960, as definições tinham um caráter mais conceitual e filosófico. Entretanto, para atender às necessidades da ciência foi necessário um esforço teórico visando à elaboração de definições operacionais – aquelas cujas

² Este item de nosso artigo é fruto de estudos anteriores que nos dedicamos no ano de 2010 sobre definições em ontologias, na época com bolsa de pesquisa do CNPq. Assim, muitos trechos fazem parte do artigo publicado: Campos, M. L. A. O papel das definições na pesquisa em ontologia. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 15, 220-238, 2010.

elementos da definição não identificam somente o gênero próximo e a diferença específica – mas, também, elementos que procuravam definir certas operações nas quais o conceito seria aplicado. (Campos, 2010). Neste sentido, procura-se identificar os elementos que devam constituir um enunciado definitório que possa revelar, não apenas o posicionamento do conceito no sistema, mas, também, a descrição de fatos que envolvem tal conceito em um dado contexto. Considera-se que essa perspectiva permite evidenciar o acordo firmado por uma comunidade sobre o significado que esta estabelece e é expressa em uma ontologia. Isso implica em definir os conceitos em uma ontologia de uma forma que venha a minimizar ambigüidades, de modo que seu uso possa ser compartilhado para representar e recuperar conhecimento entre comunidades afins que se proponham a estar comprometidas com o acordo adotado, ou seja, com um dado compromisso ontológico.

Além deste aspecto, é importante também a adoção de critérios teórico-metodológicos, que possam viabilizar a elaboração de ontologias de domínios, em que os elementos de enunciados definitórios que compõem o domínio determinado são fundamentais na etapa de análise do domínio. As perguntas que advêm desta perspectiva nos levam a pretender identificar quais seriam os elementos básicos a serem tomados como ponto de partida na análise ontológica de um domínio.

No intuito de evidenciar a problemática que envolve tais questões consideramos apresentar os seguintes questionamentos nas sessões subseqüentes:

- Qual a importância de definições em ontologias?
- Que tipo de definição é mais apropriado para ontologias?
- Qual o papel do compromisso ontológico no que tange às definições em ontologias?

A partir dos aspectos apontados pretendemos então apresentar uma discussão sobre a abordagem terminológica mais apropriada e como através dela será possível a identificação de elementos para a formação de um sistema de conceitos. Tal abordagem nos daria assim o método para a construção de modelos de domínios em ontologias, partindo de um acordo assumido explicitamente e expressos nas definições que compõem os elementos desses domínios, ou seja, seus conceitos e instâncias..

2.1 Qual a importância de definições em Ontologias?

A definição em ontologias é um elemento essencial, pois garante a explicitação do compromisso ontológico determinado.

A presença generalizada de ambigüidade na linguagem natural é uma preocupação constante para os pesquisadores e estudiosos no campo das ontologias. Existe uma grande divisão entre os que consideram construir uma ontologia como uma linguagem universal e aqueles que argumentam que muitas ontologias são necessárias para atender a diferentes contextos terminológicos e grupos de usuários. Aqui não estaremos discutindo esta questão propriamente, foco de tantos debates. Mas, independente disto, fica claro que ambas as posições terão que lidar com questões relacionadas aos termos e suas definições.

Por outro lado, partimos do princípio que as ontologias devem gerenciar conteúdos de maneira acessível e formalizada, então será necessário que a ontologia possua mecanismos automatizados que possam lidar com os conteúdos conceituais, e isto nos leva ao entendimento do que eles significam. Neste sentido, precisamos adentrar um pouco para explicitar o que entendemos por conceitos e termos. E vamos nos apoiar na Terminologia como um campo de estudo, pois consideramos esta perspectiva mais apropriada para o trabalho com termos e definições em ontologias, como veremos mais adiante.

No caso das ontologias, as definições propiciam a possibilidade de entendimento do referente e de compatibilização semântica, pois descrevem o conteúdo significativo de um termo. Esta descrição, quando formalizada, possibilita que agentes inteligentes possam entender o significado de um termo e estabelecer inferências sobre esses significados, pois a definição é composta de características do

referente, que se relacionam formando o entendimento semântico dos termos em questão.

Desta forma, as definições são de fundamental importância para a elaboração de ontologias consistentes. Entretanto, é fato que as ontologias existentes ressentem-se hoje de um padrão de seu enunciado definitório para a sua elaboração. (Michael, Mejino, Rosse, 2001; Smith & Kumar., 2004; Smith et al, 2007.).

Entendemos aqui um enunciado definitório como o conjunto de características que descrevem um referente em um dado contexto e que tem por função, além de permitir o posicionamento do conceito em um sistema de conceitos, possibilitar o entendimento de toda a complexidade daquele conceito em um dado contexto, ou seja, que elementos ônticos (relações funcionais e partitivas) possam ser agregados aos elementos lógicos (relações de gênero-espécie). (Dahlberg, 1983)

Entretanto, a falta de padrão para as definições em ontologias é bastante problemática quando se coloca a questão da compatibilização de linguagens que operam em bases cooperativas em sistemas automatizados. Nos estudos anteriormente realizados (Campos, 2004, 2007, 2010; Campos, Campos, Davila, Gomes, Campos, Lira, 2009; Campos, Gomes, Campos, 2011; Carvalho, Campos, Braganholo, Campos, Campos, 2011; Gomes, Campos, Guimarães, 2010; Sales, Campos, Gomes, 2008) pudemos constatar que para trabalhar em domínios específicos é necessário desenvolver padrões para enunciados definitórios que venham a atender a especificidade de cada domínio. Para pensar em um padrão de mais alto nível, temos por hipótese que é necessário explicitar um número mínimo de elementos para a descrição de um objeto, tais como:

1. características que indicam o gênero próximo e a diferença específica do conceito em análise;
2. seus componentes (caso o conceito seja um objeto concreto ou abstrato) ou suas etapas (caso seja um processo ou atividade) e, por fim;
3. a finalidade de aplicação no contexto que será aplicado.

Em artigo apresentado (Campos, 2010) afirmamos que

Bouaud, Bachimont, Charlet e Zweigenbaum (1994) discutem princípios para a aquisição e estruturação de ontologias que em certa medida abordam a importância de definições em ontologias de domínio a partir de questões que problematizam como é possível representar conhecimento para que um mecanismo automatizado possa "compreender" significados. Seus argumentos remontam à própria Inteligência Artificial. De modo geral, a Inteligência Artificial procura soluções usando o conhecimento que em geral é expresso em linguagem natural. Como não existe qualquer expressão operacional deste conhecimento, isto é, o domínio não é formal, temos que lidar com a riqueza semântica da língua e suas múltiplas interpretações potenciais. O problema básico é que o conhecimento humano para o qual queremos prover um software não é formal. O conhecimento que as pessoas têm sobre os objetos em um domínio é principalmente *descritivo*. As pessoas raciocinam com este conhecimento descritivo empregando as leis semânticas do sentido como analogia, metáfora, etc. Em domínio não formal não temos definições completas para as categorias de objetos considerados no conhecimento descritivo. Para que um computador lide com esta espécie de conhecimento, precisamos padronizá-lo: precisamos estar de acordo com as noções que ele mobiliza e com seu uso.

Outros trabalhos ressaltando a importância de estabelecimento de definições coerentes para a elaboração de ontologias vêm sendo apresentados na literatura. (Michael, Mejino, Rosse, 2001; Hovy 2002; Smith & Rosse, 2004). Nestes trabalhos, questões relacionadas à importância da descrição dos aspectos dos objetos, ou seja, suas características e propriedades, vêm sendo discutidas visando permitir o raciocínio automático, fundamental para que as ontologias possam possibilitar inferência e descoberta de conhecimento. Os estudos têm mostrado que as definições em ontologias devem funcionar como um sistema integrado onde cada elemento da definição mantém relação com outro como em um sistema.

2.2 Que tipo de definição é mais apropriado para ontologias?

Michael e colegas (2001) apresentam a diferença entre a produção de definições para dicionários e léxicos em contraposição àquelas que são elaboradas para ontologias.

Em dicionários a unidade de informação é uma palavra e que, neste sentido, as definições especificam os significados das palavras. As palavras são apresentadas de forma alfabética e as definições não possuem nenhuma relação com as palavras vizinhas. Esta forma de definir atende as necessidades dos dicionários, onde a definição é realizada de forma isolada, sem qualquer relação com as outras palavras. Desta forma, em dicionários são apresentados diferentes significados para uma palavra. Em ontologias a unidade de informação é o conceito, onde a seqüência de conceitos representa um tipo de hierarquia, e esta hierarquia é partilhada por grupos de conceitos. A consistência desta hierarquia depende da definição explícita das propriedades (atributos, características) que descrevem os conceitos, fornecendo a base sobre a qual eles podem ser agrupados em conjunto, diferenciando um conceito do outro. (Campos, 2010)

Assim, para possibilitar o raciocínio automático e a consistência da estrutura lógica, ao contrário dos dicionários, uma definição de um conceito dentro de uma ontologia pode ser considerada incompleta se todos os pais (conceitos superordenados) não tiverem sido também definidos.

Desta forma, considera-se que a definição em ontologias necessita ser formalizada para permitir a interpretação por agentes inteligentes e não só por humanos. Ela necessita de um padrão para seus enunciados definitórios e de uma linguagem lógica que possa apoiar o entendimento dos conteúdos conceituais dos termos por esses agentes inteligentes. (Campos, Campos, Medeiros, 2011)

Os problemas de definição tem sido objeto de estudos diversos na língua geral. Na língua especializada, nos últimos 50 anos, a definição passou a ser objeto de estudo sistemático. Até a década de 60 as definições tinham um caráter mais conceitual e filosófico e evidenciavam o que pensar acerca de um conceito. Entretanto, para atender às necessidades da Ciência foi necessário um esforço teórico visando à elaboração de definições operacionais – aquelas onde os elementos da definição não identificam somente o gênero próximo e a diferença específica -, mas também, elementos que procuravam definir certas operações onde o conceito seria aplicado. (Hegenberg, 1974). Temos então o movimento chamado operacionismo, fruto direto do positivismo lógico defendido pelo Círculo de Viena, parente próximo do pragmatismo e do instrumentalismo. Assim, segundo Hegenberg (1974), as definições procedentes deste movimento denominam-se "operativas".

A idéia fundamental que norteia o operacionismo é simples, a saber, a de que não conhecemos os significados de um conceito a menos que possamos especificar as operações que foram realizadas, por nós ou por outrem, ao aplicar o conceito a qualquer situação concreta. (Hegenberg, 1974, p.105). Desta forma, as definições operativas revelam a maneira de aplicação dos conceitos dentro de um dado contexto, ou como se dá o uso de tais conceitos o que, mais tarde, Dahlberg denominará de relação funcional.

Dahlberg (1981) afirma que para se definir conceitos é necessário o conhecimento de:

- a) os referentes dos conceitos;
- b) a(s) categoria à(s) qual (is) pertence um conceito; e
- c) a expressão verbal adequada a um certo grupo de usuários.

Defende a autora, portanto, que os conceitos se relacionam em um sistema de conceitos por suas características, que são também conceitos. Segundo sua Teoria do Conceito, as características relevantes do conceito são, então, os elementos constitutivos da definição. O ponto principal no estabelecimento das definições dos conceitos está, portanto, na identificação das características. Ela fornece um padrão para definição, classificando-as conforme a categoria do conceito: definição genérica, partitiva, funcional (Dahlberg, 1983). Dahlberg, na verdade, é integrante de um grupo de estudiosos que já há algum tempo vinham dando à definição um objetivo mais

prático, relacionado com as demandas da terminologia e à necessidade de tornar claras as definições técnicas e científicas, e não mais um objetivo de interesse estritamente filosófico.

Observa-se, então, que os diferentes modos de definir podem levar aos diferentes tipos de definição. Não é possível privilegiar-se somente um tipo de definição, porque os conceitos de uma área de assunto são de níveis diversos (conceitos gerais e específicos) e de natureza categorial diversa (objeto, propriedade, processo).

É preciso, portanto, chegar a um modelo de enunciado capaz de atender às especificidades da área. Para tanto, consideramos que a forma definitória deve ser ditada pelo próprio nível do conceito, como, principalmente, por sua natureza categorial, para que se obtenham os elementos necessários à caracterização do conceito e, quando pertinente, sua função, numa dada área de assunto. Em cada caso, deve-se tentar identificar os modelos mais apropriados de definição, ou seja, os padrões de enunciados definitórios em cada contexto.

2.3 Qual o papel do compromisso ontológico no que tange às definições em ontologias?

Compromisso ontológico, neste contexto, pode ser definido como um acordo firmado por uma comunidade sobre o significado que esta estabelece e é expressa em uma ontologia, tanto do ponto de vista da compreensão pelo homem quanto do tratamento pela máquina, através dos agentes de software. Desta forma, é necessária a utilização de um vocabulário que esteja comprometido com o acordo adotado em uma dada comunidade. (Nodine & Fowler, 2002).

Em artigo apresentado Campos, Campos e Medeiros (2011, 146) afirmam que

Guarino e Giaretta (1995) situam o papel do compromisso ontológico como o de um elemento fomentador da precisão entre a *conceituação*. Por conceituação definem, neste contexto, as regras implícitas, referentes ao entendimento humano de sua visão de mundo, como pensadas para serem utilizadas por um agente de software, a fim de tratar os objetos desse mundo e suas relações de interesse. O compromisso ontológico pode ser representado através de modelos conceituais, voltados para o entendimento humano, que refletem um método de raciocínio ou forma de pensar sobre uma dada realidade.

Assim, o estabelecimento de compromisso ontológico revela uma tomada de posição em relação aos referentes que se reconhecem como fundamentais em uma visão de mundo e que possibilitam o diálogo sobre esse mundo, e ainda em relação à maneira pela quais esses objetos são caracterizados. E esta visão de mundo estará explícita não somente nas relações apresentadas em uma ontologia, mas definitivamente nas definições.

Esta visão, apresentada também nas definições, é que possibilita descrever o referente em um dado contexto, ela é que promove a acuidade do olhar do ontologista.

3. O Método Onomasiológico

Há vários métodos para a elaboração de dicionários e instrumento semânticos assemelhados como tesouros e terminologias. Embora com funções diferentes, os dois últimos são utilizados em serviços de recuperação de informação de domínios especializados e as unidades verbais presentes gozam de um único significado: são termos e não palavras.

A Linguística reconhece duas abordagens para a construção de tais instrumentos semânticos: semasiológica e onomasiológica. A primeira é característica de dicionários gerais que lista alfabeticamente as palavras com seus vários significados. A segunda, volta-se para instrumentos especializados: tem como ponto de partida o significado aceito em um domínio, acrescido de uma 'definição' ou seja, de uma descrição de seu conteúdo semântico e reúne tais significados segundo características comuns, ou seja, requer um arranjo sistemático.

Dada sua importância na recuperação de informação – quando da introdução da computação nos serviços especializados de informação – a abordagem onomasiológica se mostrou mais adequada na elaboração de tesouros documentários,

nos anos 50 do século passado, quando princípios de classificação foram introduzidos em sua elaboração.

Nos anos 70 do século passado a terminologia, como área de interesse, já era objeto de estudo no IBBD – Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação (atual IBICT – Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia), em especial através da adoção de normas da ISO TC-37 (Gomes, H. E., 1970), visando a utilização de seus princípios na elaboração de tesouros,³ uma vez que fornecia mais elementos para sua estruturação do que as normas da ISO TC-46 (Documentação). Como é sabido, a criação daquela Comissão Técnica resultou do esforço de E. Wüster, que via sua importância no desenvolvimento de Nomenclaturas-padrão como instrumentos de apoio às atividades de trocas internacionais. Suas iniciativas resultaram, ainda, na formação de várias Escolas de Terminologia, destacando-se, a nosso ver, as de Viena e da antiga União Soviética, que seguem, mais de perto, as propostas de Wüster.

A introdução do tema na Lingüística teve vários desdobramentos, criando defensores da abordagem semasiológica e da abordagem onomasiológica como princípios para a produção de instrumentos terminológicos especializados. Via de regra, a Terminologia de base Lingüística, defende a abordagem semasiológica também para a elaboração de dicionários especializados. Os profissionais de informação voltados para serviços apoiados por computador defendem a abordagem onomasiológica.

Da mesma forma, a aproximação às metodologias onomasiológicas ocorreu por parte da comunidade da inteligência artificial, mas surge um

movimento aparentemente contraditório relativamente ao acesso a grandes quantidades de texto em formato eletrônico, passível, por isso, de serem trabalhadas automaticamente por ferramentas de processamento de língua natural. Dada a extrema dificuldade em automatizar tarefas de inferência, a inteligência artificial opta, muitas vezes, por se distanciar da língua natural, concentrando-se mais na natureza do raciocínio do que no conteúdo das conceptualizações, tentando alcançar, através de regras rígidas de formalização, representações estáticas e invariáveis, libertas de contextualizações discursivas. A utilização de metodologias que partem do extralingüístico asseguraria, de alguma forma, a eficácia da manipulação computacional. (Santos, 2010, p. 8)

Consequência de tal fenômeno é a própria terminologia da área, entre os postulantes desta ou daquela abordagem, em especial no que se entende por termo e conceito. Se, na primeira abordagem, o ponto de partida é a palavra com seus vários significados, na segunda o termo denota o conceito, ou seja, ele carrega seu significado num dado campo de conhecimento, eliminando-se, quase que integralmente, o problema da homonímia.⁴ E quando tal ocorre, empregam-se os recursos da linguagem natural para especificar o termo, interferindo em sua denominação e assim violando a garantia literária, tornando-o intuitivo.

O ponto de partida na abordagem onomasiológica é um item de referência em um discurso especializado. Isso não significa que o procedimento utilizado seja semasiológico (Faulstich & Oliveira, 2007), porque as relações de significação não entram em jogo no sistema conceitual: ao tomar um item de referência em um dado contexto ele já é a designação de um referente e é este que vai ser analisado, resultando daí sua definição.

Do ponto de vista da função da terminologia no tratamento da informação em meio digital, embora defendido por aqueles que desenvolvem terminologias técnico-científicas (Lara, 2010), a abordagem onomasiológica pode igualmente ser aplicada a outras áreas como as ciências sociais, vistas, igualmente, como científicas, (Dahlberg, 1978a) ou seja, aquelas que atuam com o requerido rigor em suas pesquisas – devendo-se considerar, no entanto, que em tais áreas, diferentes escolas de pensamento

³ As relações em tesouro são apenas listadas, enquanto Wüster as tipifica, talvez pela primeira vez, considerando duas classes de relações: lógicas (abstratas) que produzem hierarquias como nas taxonomias, e ônticas (entre objetos associados no tempo e/ou no espaço): relações parte-todo, filogênicas, ontogênicas, de substância, dentre outras.

⁴ Um dos poucos casos identificados em nossa experiência é o de Tênis que tanto pode significar o calçado como a atividade esportiva.

produzem diferentes terminologias e que, dentre os próprios pesquisadores, formam-se grupos distintos. Em se tratando de ontologias esta questão é superada uma vez que é construída visando apenas uma e única comunidade que concorda com o significado dos termos específicos de sua área de pesquisa. Um dicionário especializado levaria em consideração os conceitos relativos a todos os grupos, mas uma terminologia especializada, não necessariamente. Aqui as propostas de com sua Onomântica merecem consideração, embora preocupado com um instrumento terminológico para 'aqueles que produzem conhecimento' (Riggs, 1981; Riggs, 1989; Riggs, 1996). Por exemplo, no campo das ciências básicas, terminologias para Física clássica e para Física quântica atendem a diferentes serviços de informação e, portanto, a diferentes públicos e, portanto, justifica-se a independência das áreas em tal contexto, especialmente quando se trata de elaboração de ontologias, como é o caso em questão.

Outro aspecto questionado pela Lingüística é a estabilidade conceitual (Lara, 2010). Qualquer sistema de conceitos é estável se a comunidade alvo concorda com os significados. Esta afirmativa é válida para produtos como ontologias, intranets, arquitetura da informação e outros assemelhados. É preciso relativizar.

Uma questão importante, então, é a decisão/posição teórica sobre o que se entende por conceito e termo. Outro aspecto igualmente relevante a considerar nas terminologias é a forma de arranjo dos termos que não cabe aqui discutir.

3.1 A Teoria Analítica do Conceito voltada para o Referente

Esta teoria, de abordagem onomasiológica, fornece um método científico para a elaboração de definições.

O conceito em Dahlberg é determinado a partir das seguintes ações: 1. selecionar um item de referência de uma realidade experimentada e mensurada; 2. formular afirmativas verificáveis, e neste sentido predicções verdadeiras sobre este item; 3. atribuir um nome/termo. O conceito desta forma pode ser representado por um triângulo onde em seu ápice encontra-se o *referente*, que é o representante de objetos gerais e individuais existentes em uma realidade científica/verificável. Além do referente, os outros vértices constituem as *características* que se podem inferir deste referente, a partir do contexto que ele está inserido, e de uma *denominação* que é a expressão verbal utilizada para a comunicação.

Assim, sua Teoria 'voltada para o referente' porque pressupõe que cada conceito se refere a algo e é chamada 'analítica' porque, baseando-se no referente e assim gerando e identificando suas características conceituais, um conceito é construído de modo analítico. (Dahlberg, 1983)

Define-se, então

conceito = df unidade de conhecimento que abrange predicções verificáveis sobre um item selecionado de referência, representado numa forma verbal. (Dahlberg, 1983)

É necessário ressaltar, que o que Dahlberg considera como características de conceitos não deve ser confundido com propriedades dos conceitos, tais como "bem definidos", "difícil de definir", "ser muito específico", "pertencentes a outra categorias" etc. Mas características são propriedades declaradas dos objetos, de itens de referência; somente no nível dos conceitos desses objetos é que elas se tornam as características dos conceitos. Existem tantas características quanto há afirmações neste mundo; parece não haver limites para suas relações formais e /ou materiais.

Ela ressalta em seus estudos que, das possibilidades de tipos de características existentes, duas são fundamentais: as características necessárias/essenciais e as acidentais. A primeira é fundamental para a estruturação de sistemas de conceitos e as acidentais podem especificar as diferenças que a caracterizam. Esta concepção, de

tipos de características existentes, está apoiada na filosofia de Kant, como aquelas que obedecem a “faculdade de juízo”⁵ (Dahlberg, 1978a).

As características do conceito são os elementos, segundo Dahlberg, que permitem a elaboração de definições conceituais. Tais definições não seriam consideradas somente como produto da fala de um grupo de falantes, mas fundamentalmente como uma construção conceitual de um acordo firmado por este grupo, a qual permite a produção de um sistema de conceitos, trazendo como elemento agregador deste sistema as categorias/facetas. Neste sentido, consideramos que Dahlberg, avança no uso das definições como um elemento de descrição do conceito que permite, além da fixação do conceito, seu posicionamento no próprio sistema de conceitos.

Características fornecem não apenas os conteúdos dos referentes, mas também relacionamento entre os conceitos: ‘se dois conceitos têm, pelo menos, uma característica comum, então, deve existir relacionamento de alguma espécie entre estes dois conceitos’. (Dahlberg, 1983)

Para o que nos interessa aqui, quatro são os tipos de relacionamento⁶:

- Relacionamento hierárquico = df relacionamento entre gênero-espécie, espécie-gênero e espécie-indivíduos.
- Relacionamento partitivo = df relacionamento entre um todo e suas partes, entre suas partes e entre partes e sub-partes.
- Relacionamento de oposição = df relacionamento de contradição, de contrariedade e de PNI (positivo-neutro-indiferente)
- Relacionamento funcional = df relacionamento entre os componentes de uma declaração/uma proposição, que dependem das valências do conceito relacionado com sua atividade.

Tal tipologia produz elementos que auxiliam na análise do referente e, como consequência na descrição/definição.

Neste sentido, afirmamos que Dahlberg avança na elaboração de definições e seu modelo reflete uma concepção consensual da realidade sobre um objeto social, denominada “abordagem onomasiológica”. Nesta, tais estruturas de expressões refletem a forma como o referente é, conceitualmente, construído; vale dizer, pela seleção, realce e iluminação de alguns aspectos do ser e, por conseguinte, atenuação, ou mesmo ocultamento, de outros aspectos. Em outras palavras, ao iluminar uma faceta do ser, a abordagem onomasiológica produz uma “versão” do referente que constitui o modo como determinado grupo de falantes - no caso de Dahlberg, de especialistas -, interagem socialmente com o referente. E isto permite um movimento de visão sistêmica sobre o referente, em que as Categorias são o elemento agregador.

3.2 Estrutura Sistemática

Em relação à disposição dos termos em uma terminologia, as diversas escolas de Terminologia defendem arranjo estruturado dos termos, adotando princípios diversos para tal. Quando partem da reunião de termos em um campo semântico, reúnem ali termos de natureza diversa (coisas, processos, propriedades...). Embora defendendo o princípio de definição aristotélica de gênero próximo e diferença específica, a noção de campo semântico se sobrepõe. (Almeida, 1998). Estruturas conceituais para

⁵ A expressão ‘faculdade de juízo’ – às vezes traduzida simplesmente por ‘juízo’ – é empregada, sobretudo, em relação com a filosofia de Kant. Segundo esse pensador, a faculdade de juízo designa a faculdade de pensar o particular como subsumido no geral. Se o geral estiver dado, a faculdade do juízo que subsume nele o particular chama-se juízo determinante ou determinativo; se estiver dado o especial que é preciso subsumir no geral, a faculdade que busca o geral no qual há que subsumir o especial chama-se juízo reflexivo. O juízo reflexivo é o tema central da Crítica do Juízo, que se propõe adequar, subordinar ou subsumir algo num fim. A questão fundamental de semelhante crítica – “É possível julgar ser a Natureza adequada a um fim?” (Mora, 1994)

⁶ Outro tipo considerado é aquele que contém relacionamento qualitativo, tomando por base as categorias aristotélicas.

alimentar serviços de informação inteligentes requerem mais rigor, como a construção de árvores hierárquicas, ou taxonomias.

A introdução das Categorias Fundamentais de Ranganathan e seu método de Faceta (Ranganathan, 1967), fornecem os meios para estruturas sistemáticas consistentes como as taxonomias empregadas nas ontologias e nos sistemas de informação via navegação. Dahlberg, por seu turno, com sua 'Teoria do Conceito voltada para o referente' fornece as bases para definições consistentes, estruturantes, que levam por um processo bottom-up à identificação das Facetas.

4. Um exemplo de Modo de Definir para Ontologias

Como apresentado, para a elaboração de um enunciado definitório é necessário reunir os elementos constitutivos (a) que explicitem as características de um referente as quais possibilitam identificar o posicionamento do conceito em um sistema de conceitos, e (b) outras características que possibilitam ter uma visão mais pragmática do uso do conceito dentro de uma dada área. Teremos assim reunidas em um mesmo enunciado definitório definição analítico-conceitual e operativa; o primeiro elemento da definição, com a função de posicionamento do conceito na estrutura conceitual (hierarquia, lógica), e os demais com a função do uso que é atribuído ao conceito em questão, de suma importância para as ontologias formais de domínios porque através deles se estabelecem relações ônticas.

Em ontologias também a unidade de informação é o conceito, que pode ser classificado como um conceito geral ou individual⁷ (Dahlberg, 1978a), em que a seqüência de conceitos representa um tipo de hierarquia, e esta hierarquia é partilhada por grupos de conceitos. A consistência desta hierarquia depende da definição explícita das propriedades (atributos/ características) que descrevem os conceitos, fornecendo a base sobre a qual eles podem ser agrupados em conjunto, diferenciando um conceito do outro. Diferentemente dos dicionários, que tratam as palavras de forma isolada e privilegiam a ordem alfabética, na terminologia os conceitos se agrupam em suas respectivas hierarquias.

Assim, a coerência nas definições e, por conseguinte, na classificação, exige uma perspectiva unificadora requerida pelo contexto a ser especificado para a representação dos conceitos.

O trabalho do terminólogo se dá em, pelo menos duas situações: existem definições disponíveis, que requerem análise para a partir delas construir uma definição consistente para um dado referente, ou, constrói-se uma. Desta forma, se em um primeiro momento do entendimento do conceito as explicações sobre os conceitos são recolhidas a partir do Universo de Discurso pré-estabelecido, em um segundo momento será necessário que os elementos da definição sejam determinados a partir do acordo firmado, do compromisso ontológico estabelecido com a comunidade e explicitado a partir de um enunciado definitório. O método de análise é o mesmo em ambas as circunstâncias.

O enunciado definitório é elaborado tendo em vista primeiramente a categoria conceitual do conceito, pois esta é também determinante na escolha dos conceitos que farão parte da definição. (Dahlberg, 1983)

Os exemplos a seguir buscam evidenciar o método de análise do referente e sua inserção na respectiva faceta, tornando evidente o relacionamento/a estrutura hierárquica entre os termos, construindo um sistema consistente.⁸

Seja, por exemplo, o termo 'mão destra', que dá partida ao processo de análise.

mão destra

é uma garra	[identidade]
assemelha-se à mão humana	[forma]
versátil	[propriedade]

⁷ No caso, o que Dahlberg define por conceito individual em sua Teoria do Conceito, pode ser denominado no campo de estudo das Ontologias como instâncias.

⁸ Os exemplos são extraídos do Glossário de Mecatrônica, editado pelo SENAI/IBICT, por adotar a norma ABNT/NBR 13789.

para manipular objetos industriais e ferramentas	[função]
garra	
órgão terminal [do robô]	[parte]
dispositivo fixo no punho do robô	[modo de se integrar ao todo]
robô	
máquina	[identidade]
manipuladora	[propriedade]
reprogramável	[propriedade]
multifuncional	[propriedade]
para mover materiais, peças e ferramentas	[função]
possui movimentos variáveis	[propriedade]
programado	[modo de funcionamento 1]
sem a supervisão humana	[modo de funcionamento 2]
máquina	
equipamento	[identidade]
para transformar energia de uma forma a outra ou em trabalho mecânico	[função]

O exemplo acima evidencia o modo indutivo (bottom-up) de construção da definição, evidenciando os elementos constitutivos do referente, e construindo a hierarquia. Os termos se definem uns em relação aos outros levando à Faceta, ou seja, reunindo-os em uma e única categoria conceitual. Inclui, ainda, um termo em relação partitiva, que alguns autores consideram hierárquica, embora não guarde uma relação lógica com o todo. O termo mais amplo – equipamento – não guarda especificidade: é a Faceta. Outros termos, pelo mesmo processo de análise, poderão vir a integrar tal Faceta, completando o universo Equipamento do domínio Mecatrônica. O método permite, então, permanente inclusão de termos – hospitalidade –, conforme a necessidade.

4. Considerações Finais

Em Ontologias de Domínios a elaboração de enunciados definitórios para os elementos que compõem uma dada Ontologia, se faz necessário para que seja possível a aplicação de mecanismos automáticos para a descoberta de conhecimento sobre um dado domínio. A forma de chegar a estes enunciados dependem do método que se irá adotar. Aqui defendemos o método onmasiológico como o mais apropriado para a descrição das propriedades dos referentes na elaboração de Ontologias de Domínio. O que permite determinar quais elementos ônticos (funcionais) podem ser agregados aos elementos lógicos (relações de gênero-espécie) para a compreensão do posicionamento do conceito no contexto em questão.

Assim, ao explorar as definições, não como produto final da fixação do conceito em um domínio, mas como elemento primeiro visando à estruturação do conceito no interior de um domínio, consideramos ser possível representar de forma consistente uma dada realidade a partir de um dado compromisso assumido.

5. Referências Bibliográficas

Almeida, Gladis M. de Barcellos (1998) A problemática epistemológica em Terminologia: relação entre conceitos. *Alfa*, 42 (número especial), 223-233.

Bouaud, J.; Bachimont, B.; Charlet, J.; Zweigenbaum, P. (1994). Acquisition and Structuring of an Ontology within Conceptual Graphs. In *Proceedings of ICCS'94 Workshop on Knowledge Acquisition using Conceptual Graph Theory*, College Park: MD, University of Maryland, (pp. 1-25).

Campos, M. L. A. (2007). Integração de Ontologias: o domínio da bioinformática. RECIIS. Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde (Edição em Português. Online), 1, 117-121.

Campos, M. L. A. (2004). Modelização de Domínios de Conhecimento: uma investigação de princípios fundamentais. *Ciência da Informação*, 33 (1), p. 22-32.

Campos, M. L. A. (2010). O papel das definições na pesquisa em ontologia. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 15, 220-238.

Campos, M. L. A. ; Campos, M. L. M. ; Davila, A. M. R. ; Gomes, H. E. ; Campos, L. M. ; Lira, L. (2009). Aspectos Metodológicos no Reuso de Ontologias: um estudo a partir das anotações genômicas no domínio dos tripanosomatídeos. *RECIIS. Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde (Edição em Português. Online)*, 3, p. 64-75.

Campos, M. L. A. ; Campos, L. M. ; Medeiros, J. (2011). A Representação de Domínios de Conhecimento e uma Teoria de Representação: a ontologia de fundamentação. *Informação & Informação (UEL. Online)*, v. 16, p. 140-164.

Campos, M. L. A. ; Gomes, H. E. ; Campos, L. M. (2011). Integração e compatibilização em ontologias. In: Fabiano Couto Corrêa da Silva; Rodrigo de Sales. (Org.). *Cenários da Organização do Conhecimento* (pp.164-200. Brasília: Thesaurus.

Carvalho, M. G. P. ; Campos, L. M. ; Braganholo, V. ; Campos, M. L. M. ; Campos, M. L. A. (2011). Extracting new Relations to Improve Ontology Reuse. *Journal of Information and Data Management - JIDM*, 2, p. 541-556.

Dahlberg, I. (1978b) . *Ontical structures and universal classification*. Bangalore: Sarada Ranganthan Endowment.

Dahlberg, I. (1978a) A Referent-oriented analytical concept theory of interconcept. *International Classification*. 5 (3), p.142-150.

Dahlberg, I. (1983) Terminological definitions: characteristics and demands. In *Problèmes de la définition et de la synonymie en terminologie*. Québec, GIRSTERM, (pp. 13-51).

Dahlberg, I. (1981). Conceptual definitions for Interconcept. *International Classification*, v. 8, n. 1.

Ding, Yin & Foo, Schubert. (2002) Ontology research and development. Part 2 - a review of ontology generation. *Journal of Information Science*, 28 (5), p. 375-388.

Faulstich, E. Oliveira & Michelle, M. de (2007) Para que serve um dicionário analógico? Um estudo de lexicografia comparativa. *Revista Intercâmbio dos Congressos Internacionais de Humanidades (UnB)*, (10), p. 1-16.

Fernandez, M.; Gomez-Perez, A.; Juristo, N. (1997) Methontology: From ontological art towards ontological engineering. In *Proceedings of the AAI1997 Spring Symposium on Ontological Engineering*, (pp. 33-40).

Fernández-López, M. (2011) Overview of methodologies for building ontologies. In *IJCAI-99 Workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods: Lessons Learned and Future Trends*. Intelligent Systems. (pp. 26-34).

Gangemi, A.; Pisanelli, D. M.; Steve, G. (1999) An Overview of the ONIONS Project: Applying Ontologies to the Integration of Medical Terminologies. *Data Knowledge Engineering*, 31(2), p.183-220.

Gomes, H. E. (1970) Comissões nacionais e internacionais de terminologia. *Anais do Congresso Regional sobre Documentação, 2. e 9. Reunião da FID/CLA*. (pp. 382-387). Rio de Janeiro, IBBD.

Gomes, H. E.; Campos, M.L.A; Guimarães, L. S. (2010). Organização da informação e terminologia: abordagem onomasiológica. *DataGramaZero - Revista Ciência da Informação*, 11 (5).

Kaiser, J. (1911) *Systematic indexing*. London, Pitman & Sons.

Gruninger, M. & Fox, M. S. (1995) Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies. *Proceedings of the Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing at the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence IJCAI1995*.

Guarino, N., & Giaretta, P. (1995) . *Ontologies and knowledge bases:Towards a terminological clarification*. Retrieved from [http:// www.loa.istc.cnr.it/ Papers/ KBKS95.pdf](http://www.loa.istc.cnr.it/Papers/KBKS95.pdf). 1995.

Guarino, N. & Welty, C. (2002) Evaluating Ontological Decisions with OntoClean. *Communications of the ACM*, 45 (2), p. 61-65.

- Guizzard, G. (2005)** *Ontological foundations for structural conceptual models*. Enschede, The Netherlands: CTIT, Telematica Institut.
- Hegenberg, L. (1974)** *Definições: termos teóricos e significado*. São Paulo: Cultrix.
- Hovy, E. (2002)** Comparing Sets of Semantic Relations in Ontologies. In Green, R. *Interdisciplinary perspective*, Kluwer, p. 91-110.
- Kohler, J.; Munn, K.; Ruegg, A.; Skusa, A.; Smith, B. (2006)** Quality control for terms and definitions in ontologies and taxonomies. *BMC Bioinformatics*, 7 (212).
- Lara, M. L. G. de (2010)** Terminologia e Ciência da Informação. In Alves, I. M. et al. *Estudos lexicais em diferentes perspectivas*. São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. p. 8-16.
- Metaxiotes, K.; Psarras, J. E.; Asknounis, D. (2001)** Building ontologies for production scheduling systems: towards a unified methodology. *Information management & computer security*, 9 (1), p. 44-50.
- Michael, J.; Mejino, J. L. V.; Rosse, C. (2001)** The role of definitions in biomedical concept representation. *JAMIA Symposium Supplement*, 1, p. 463-467.
- Mizoguchi, R. (2014)** What Ontological Engineering Can Do for Solving Real-World Problems. *Knowledge and Systems Engineering Advances in Intelligent Systems and Computing*, 244.
- MORA, J. F. (1994)** *Dicionário de Filosofia*. São Paulo, Ed. Loyola.
- Nodine, M.; Fowler, J. (2002)** On the Impact of Ontological Commitment. *Proceedings The Workshop on Ontologies In Agent Systems*. Bologna, Italy.
- Paslaru-Bontas, E. (2007)** *A Contextual Approach to Ontology Reuse: Methodology, Methods and Tools for the Semantic Web*. Dissertation (Fachbereich Mathematik und Informatik), Freien Universität at Berlin.
- Ranganathan, S.R. (1967)** *Prolegomena to library classification*. Bombay: Asia Publishing House, 640p.
- Riggs, F. W. (1989)** Information Science and Social Science: the need for onomastics. *International Forum for Information and Documentation*, 14 (1), p. 12-21. 1989.
- Riggs, F. W. (1981)** *Interconcept report: a new paradigm for solving the terminology problems of the Social Sciences*. Paris, Unesco (Reports and papers in the Social Sciences, n. 47).
- Riggs, F. W. (1996)** Onomastics and terminology. *Knowledge organization* 23, p. 25-3.
- Sales, L. F.; Campos, M. L. A.; Gomes, H. E. (2008)** Ontologias de domínio: um estudo das relações conceituais. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 13, p. 62-76.
- Santos, C.S.A. (2010)** *Terminologia e ontologias: metodologias para representação do conhecimento*. Tese apresentada a Universidade de Aveiro.
- Smith, B.; Ashburner, M.; Rosse, C.; Bard, J.; Bug, W.; Ceusters, W.; Goldberg, L. J.; Eilbeck, K.; Ireland, A.; Mungall, C. J. (2007)** The OBO Foundry: coordinated evolution of ontologies to support biomedical data integration. *Nature Biotechnology*, 25 (11), p. 1251-5.
- Smith, B. & Kumar, A. (2004)** On Controlled Vocabularies in Bioinformatics: A Case Study in the Gene Ontology. *BIOSILICO: Drug Discovery Today*, 2, p. 246-252.
- Smith, B.; Rosse, C. (2004)** The Role of Foundational Relations in the Alignment of Biomedical Ontologies. *Proceedings of the MedInfo*. San Francisco, p. 444-448.
- Sure, Y.; Staab, A.; Studer, R. (2002)** Methodology for development and employment of ontology based knowledge management applications. *SIGMOD Record*, 31 (4), p. 18-23.
- Uschold, M.; King, M. (1995)** Towards a Methodology for Building Ontologies. *Proceedings of the IJCAI1995, Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, IJCAI'1995*.
- Welty, C.; Guarino, N. (2001)** Supporting ontological analysis of taxonomic relationships. *Data & Knowledge Engineering*, 39, p. 51-74.