

Comunicação Oral

**INTERFACES ENTRE ONTOLOGIAS E CONCEITOS SEMINAIS DA
CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO: EM BUSCA DE AVANÇOS NA
ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO**

Maurício B. Almeida - UFMG
Fabrício M. Mendonça - UFMG
Elisângela C. Aganette - UFMG

Resumo

Desde os anos de 1990, o termo “ontologia” tem frequentado a literatura de diversas áreas de pesquisa, inclusive a da Ciência da Informação. Ontologias estão geralmente associadas à tecnologia, mas tem recebido destaque uma abordagem denominada *Ontologia Aplicada*, a qual privilegia aspectos filosóficos, em detrimento dos computacionais, para fins de organização do conhecimento. O presente artigo se fundamenta em propostas da Ontologia Aplicada e busca contribuir para o avanço das discussões sobre a utilidade das ontologias na Organização do Conhecimento. Para tal, caracterizam-se ontologias pelo critério da generalidade, para depois discutir suas conexões com conceitos seminais da Ciência da Informação. Conclui-se que, no âmbito dos estudos em ontologias, é possível caracterizar e definir de forma complementar tais conceitos seminais. Como contribuição final, propõe-se uma visão da realidade organizada em níveis que auxilia no entendimento de como se relacionam diferentes noções mencionadas ao longo do artigo, pertencentes a diferentes campos de pesquisa. Verifica-se que as ontologias, como instrumentos *per se*, são capazes de representar apenas uma parcela do rico cenário estudado na Ciência da Informação.

Palavras-chave: Ontologias de domínio. Ontologias genéricas. Linguagens documentárias. Tesouros. Documentos.

Abstract

Since the 1990s, the term “ontology” has often appeared in the literature of different fields of research, including Information Science. Ontologies are usually associated with technology, but an approach named *Applied Ontology* has been receiving more and more attention. This approach focuses on philosophical aspects of ontologies, rather than on computational aspects, in order to propose methods for knowledge organization. This paper is based on proposals of Applied Ontology and aims to contribute to the advancement of discussions about the usefulness of ontologies in the scope of Knowledge Organization. In order to reach our goals, we first characterize ontologies according to their level of generality; then we discuss their connections to seminal concepts of Information Science. We conclude that, in the scope of the studies on ontologies, it is possible to characterize such seminal concepts and even define them in a complementary way. As our final contribution, we propose a level-oriented view of reality that helps one in the understanding of relations among the different notions mentioned throughout this paper, which belong to different fields of research. We also conclude that ontologies, as instruments *per se*, are able to represent just a fragment of the full range of possibilities approached within Information Science.

Keywords: Domain ontologies. Generic ontologies. Indexing languages. Thesauri. Documents.

1 INTRODUÇÃO

O termo “ontologia” tem sido amplamente utilizado em diversos campos científicos nos últimos anos e, de maneira geral, tem sido associado a abordagens computacionais. Isso ocorre pelo fato de que, quando se tornou popular nos anos 90, “ontologia” foi inicialmente interpretado como um termo representativo de uma ampla gama de artefatos de Representação do Conhecimento (um campo da Inteligência Artificial) para desenvolvimento de sistemas especialistas.

Desde então, dois diferentes ramos de pesquisa tem se desenvolvido sob o rótulo “ontologia”: o primeiro, diz respeito ao conjunto de iniciativas que se convencionou chamar de Web Semântica, a qual, de fato, enfatiza sistemas computacionais baseados na *Web Ontology Language* (OWL), uma linguagem que possibilita inferências automáticas na web (BERNERS-LEE et al., 2001); o segundo, diz respeito à combinação da disciplina da ontologia filosófica com as novas necessidades da sociedade da informação, resultando em um novo campo de pesquisa que tem sido chamado de “Ontologia Aplicada” (GUARINO, 1998; SMITH, 2004).

A Ontologia Aplicada apresenta possibilidades frutíferas de pesquisa para a Ciência da Informação, uma vez que aborda diversos aspectos de interesse para o campo da Organização do Conhecimento, em particular aqueles relacionados a teorias da classificação (ALMEIDA, 2013). O presente artigo se fundamenta principalmente em abordagens da Ontologia Aplicada e busca contribuir para o avanço das discussões¹ sobre a utilidade das ontologias para a Organização do Conhecimento. O objetivo consiste em caracterizar as ontologias de acordo com o seu nível de generalidade e esclarecer seus principais usos, para em seguida estabelecer conexões entre ontologias e conceitos seminais da Ciência da Informação.

Ao longo do presente artigo, dois tipos de ontologias são caracterizados como *ontologias genéricas* e *ontologias de domínio*: i) As *ontologias genéricas*, as quais contêm entidades abstratas e que podem ser classificadas como *ontologias de alto nível* ou *ontologias de nível médio*, de acordo com o nível de abstração; ii) As *ontologias de domínio*, as quais versam especificamente sobre um domínio de conhecimento

¹ O evento do *Universal Decimal Classification Consortium*, denominado *Classification & Ontology* (2011) é um exemplo desse tipo de discussão. Disponível em: <http://seminar.udcc.org/2011/index.htm>. Acesso em: 20 de abril de 2013.

(medicina, automóveis, etc.). Para caracterizar as ontologias genéricas, apresenta-se uma breve descrição e revisão daquelas mais referenciadas; para caracterizar as ontologias de domínio, descreve-se a aplicação de ontologias genéricas na construção de uma ontologia de domínio em Biomedicina.

Uma vez caracterizados os principais tipos de ontologias, discute-se como esses se relacionam com conceitos que são seminais em Ciência da Informação. Não se propõe uma discussão que seja exaustiva, mesmo porque isso não seria possível em um artigo, visto a complexidade dos temas envolvidos. Dessa forma, privilegiam-se alguns conceitos seminais e apenas algumas questões relacionadas a eles que tem surgido na comunidade de Ciência da Informação, mesmo que informalmente. Essas questões envolvem: i) as ontologias e as linguagens documentárias; ii) as ontologias e os tesouros; iii) as ontologias, os documentos e o conteúdo dos documentos. Como contribuição final, apresenta-se uma visão da inter-relação entre níveis que envolvem aspectos da realidade e campos de pesquisa mencionados ao longo do artigo.

A partir do estudo e da discussão das questões acima mencionadas, conclui-se ao final do artigo que, no escopo dos estudos em ontologias, é possível obter formas complementares de caracterização para conceitos tradicionais da Ciência da Informação. Além disso, observa-se que apesar de seu caráter computacional, os estudos sobre ontologias vão muito além da tecnologia. Fica claro também, que mesmo que tenham grande apelo em função da possibilidade de automação, as ontologias como instrumentos *per se* são capazes de representar apenas pequena parcela do cenário abordado pela Ciência da Informação.

Cabe enfatizar que esse artigo não tem a pretensão de prover conclusões definitivas. As ideias aqui apresentadas estão ainda em desenvolvimento, assim como a literatura sobre ontologias em Ciência da Informação. Ao invés de supor que as propostas aqui defendidas correspondem a melhor alternativa, busca-se fomentar a discussão sobre as interfaces entre a Ontologia Aplicada e a Organização do Conhecimento.

Para efetivar a já mencionada contribuição esperada, a saber, contribuir para o avanço das discussões sobre a utilidade das ontologias no contexto da Organização do Conhecimento, o artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 descreve as ontologias, revisitando definições básicas, para então buscar entendimento sobre as ontologias de alto nível, ontologias de nível médio e ontologias de domínio. A seção 3 propõe a discussão que envolve ontologias e conceitos relevantes da Ciência da

Informação e, finalmente, a seção 4 apresenta considerações finais e perspectivas de trabalhos futuros.

2 TIPOS DE ONTOLOGIAS SEGUNDO O CRITÉRIO DA GENERALIDADE

Ontologia é um termo originalmente criado na Filosofia, mas que desde a década de 1990 tem aparecido também com frequência na literatura da Ciência da Computação e da Ciência da Informação. Em Filosofia, o termo remete ao estudo do que existe e das relações entre as entidades do mundo. Em Ciência da Computação, ontologia é um artefato da engenharia de software que tem utilizações específicas em ambientes computacionais. Nesse contexto, uma ontologia pode funcionar tanto como um modelo, quanto como um componente de sistemas de informação (FONSECA, 2007). Em Ciência da Informação, as ontologias são identificadas como um tipo de sistema de organização do conhecimento (conhecido por “KOS”, acrônimo inglês para *knowledge organization system*) que objetiva organização e representação do conhecimento (SOERGEL, 1997).

A partir de meados dos anos de 1990, surgiu um novo campo de pesquisa conhecido como Ontologia Aplicada, que se propôs a utilizar métodos da Filosofia em conjunto com teorias e desenvolvimentos das ciências aplicadas, de forma a melhor atender as necessidades de organização do conhecimento massivamente produzido no âmbito da sociedade da informação (GUARINO, 1998; SMITH, 2004). De fato, essa realidade não se distancia muito do que antevia *Brian Vickery*, quando previu que os problemas de organização do conhecimento já enfrentados há muito pelos cientistas da informação, começariam a impactar também no trabalho dos engenheiros de sistemas (VICKERY, 1997).

O restante da presente seção se ocupa de caracterizar os principais tipos de ontologias, segundo o critério do nível de generalidade das entidades representadas. Nesse sentido, a seção 2.1 apresenta as ontologias de alto nível, a seção 2.2 apresenta as ontologias de nível médio, e a seção 2.3 descreve a aplicação das ontologias genéricas na criação de ontologia de domínio, apresentando um exemplo no domínio da Biomedicina.

2.1 ONTOLOGIAS DE ALTO NÍVEL

Usualmente, as entidades de um domínio do conhecimento são organizadas de acordo com técnicas de classificação, o que envolve a organização em classes, as quais

são criadas a partir de categorias ou tipos. A questão é, considerando qualquer sistema de categorias, quais são os primeiros níveis, ou seja, os primeiros tipos, aqueles mais genéricos? Na busca por uma resposta a essa pergunta, sistemas de categorias têm sido desenvolvidos desde a antiguidade. Aristóteles, por exemplo, sugeriu a existência de não apenas uma, mas sim de dez categorias genéricas (SUTCLIFFE, 1993). Em Ciência da Informação, sistemas de categorias também têm sido desenvolvidos com o objetivo organizar documentos (RANGANATHAN, 1967).

No âmbito da Ontologia Aplicada, as *ontologias de alto nível*² se baseiam em sistemas de categorias filosóficos, e os simplificam com propósitos de automatização. Fornecem as entidades mais genéricas, independentes de domínio, abaixo das quais um domínio específico é organizado. Na prática, as ontologias de alto nível propõem uma visão de mundo: ao adotar uma ontologia de alto nível, adere-se ao compromisso ontológico subjacente (GANGEMI et al., 2001).

No restante da presente seção, descrevem-se duas das principais ontologias de alto nível que são as mais referenciadas na literatura: a *Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering* (DOLCE) e a *Basic Formal Ontology* (BFO).

A *Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering* (DOLCE) foi criada em 1991 e baseia-se em um *viés cognitivo*. Isso quer dizer que as categorias ontológicas são capturadas de acordo com a linguagem natural e o senso comum humano. Nesse contexto, uma *categoria* diz respeito a artefatos cognitivos dependentes da percepção humana (MASOLO et al., 2003).

As entidades fundamentais da DOLCE são os *universais* e os *particulares*. Universais são os tipos das entidades que existem na realidade, e particulares são as ocorrências dessas entidades (MACLEOD e RUBENSTEIN, 2005). A relação de *instanciação*, o seja, a criação de instâncias, é considerada uma primitiva. Assim, os universais possuem instâncias, ao contrário dos particulares que não as possuem. As propriedades e as relações, os quais correspondem a predicados lógicos, também são considerados universais.

Os universais, além de figurar na DOLCE, aparecem em diversas outras ontologias de alto nível. As classes são normalmente referenciadas nas práticas de classificação. Universais e classes são muitas vezes considerados termos sinônimos, mas existem diferenças: enquanto *universais* são tipos naturais, por exemplo, árvore,

² Ontologias de alto nível são também conhecidas como *ontologias de referência* e como *ontologias de fundamentação*.

pessoa, planeta; *classes* são criações humanas, por exemplo, as pessoas que estão assistindo a aula dessa manhã e tem mais de 20 anos. Da mesma forma, os termos *instância* e *individual* são utilizados para se referir a um *particular*.

A **Basic Formal Ontology** (BFO), desenvolvida em 2002, é uma ontologia de orientação aristotélica que recebeu influência da obra de *Edmund Husserl*. A BFO se baseia em uma corrente filosófica conhecida como *realismo*, a qual advoga que a interpretação de *categorias* e de relações ontológicas é independente da percepção humana (SMITH e CEUSTERS, 2010). Nesse sentido, a BFO se ocupa de universais e particulares, não de *conceitos*.

Os *universais* BFO são agrupados em dois grandes grupos: i) os *continuanes*, entidades que persistem ao longo do tempo mantendo sua identidade e que não possuem partes temporais; e ii) os *ocorrentes*, entidades que se manifestam ao longo do tempo e possuem partes temporais (SPEAR, 2006). Todas as entidades BFO estão ligadas por meio de relações ontológicas especificadas na **Relation Ontology** (RO), a qual é o resultado de trabalho realizado por pesquisadores de ontologias biomédicas, com o propósito de definir um conjunto restrito de relações ontológicas na busca por interoperabilidade (SMITH et al., 2005).

2.2 ONTOLOGIAS DE NÍVEL MÉDIO

Na seção anterior, foram apresentadas *ontologias de alto nível*, as quais incluem categorias abstratas que fornecem uma visão de mundo e permitem organizar as entidades de um domínio. Abaixo das ontologias de alto nível, mas ainda acima as ontologias de domínio, encontram-se as *ontologias de nível médio*. Estas incluem entidades menos gerais do que aquelas encontradas em ontologias de alto nível, mas ainda independentes de domínio. O limite onde termina uma ontologia de alto nível e começa uma ontologia de nível médio nem sempre é claro. No restante da presente seção, descrevem-se brevemente duas ontologias de nível médio muito referenciadas: a *Information Artifact Ontology* e a *BIOTOP*.

A **Information Artifact Ontology** (IAO) é uma ontologia que descreve entidades de informação relacionadas à medicina, originalmente desenvolvida no contexto da iniciativa *Ontology for Biomedical Investigations* (OBI)³. A IAO propõe uma estrutura hierárquica para integração de dados na *web* no domínio dos artefatos de informação,

³ Disponível em: http://obi-ontology.org/page/Main_Page. Acesso em: 17 de junho de 2013.

buscando representá-los no âmbito de investigações biomédicas (IAO, 2013). A IAO tem sido aplicada na construção de ontologias de domínio, por exemplo, nos seguintes projetos⁴: *Oral Health and Disease Ontology*, *Ontology for General Medical Science*, a *Ontology for Drug Discovery Investigations*, *Blood Ontology*, dentre outros.

O escopo da IAO abrange diversos tipos de entidades de origem informacional: i) as *entidades de conteúdo informacional*, tais como: relatórios, artigos científicos, objetos de narração, portadores materiais de informação (suportes), especificações, dentre outros; ii) *processos* que consomem ou produzem entidades de conteúdo informacional, tais como: escrever, documentar, registrar, medir, codificar, dentre outros; iii) *portadores materiais de informação*, tais como: livros, revistas, jornais, impressões fotográficas, CDs, dentre outros; e iv) relações ontológicas relevantes para a definição de entidades de conteúdo informacional, como por exemplo: *is_about*, *denotes*, *encodes*, *is_topic_of*, *is_rendering_of* (RUTTENBERG, 2009).

A ***Biological Top-Level*** (BIOTOP) é uma importante ontologia de nível médio para uso em biomedicina. Mesmo que o seu nome sugira uma ontologia de alto nível e a uma aplicação em biomedicina sugira uma ontologia de domínio, a BIOTOP apenas provê uma camada intermediária para integração entre as diversas representações da biologia molecular (BEISSWANGER et al., 2007). A ontologia proporciona a ponte entre ontologias de alto nível e ontologias de domínio necessária para garantir a transição entre entidades de ontologias de diferentes níveis.

Como seria de se esperar, grande parte do conteúdo da BIOTOP faz interface com ramificações de outras ontologias biomédicas, tais como⁵ a *GENIA*, a *BFO*, a *Gene Ontology*, a *Cell Ontology* e a *Ontology of Chemical Entities* (BIOTOP, 2013).

2.3 ONTOLOGIAS DE DOMÍNIO: A APLICAÇÃO DE ONTOLOGIAS GENÉRICAS

Conforme já mencionado, a principal aplicação das ontologias genéricas consiste em proporcionar um ponto de partida para a organização de entidades em um domínio específico. Enquanto a ontologia de alto nível proporciona uma visão de mundo, abaixo da qual as entidades específicas podem ser organizadas, a ontologia de nível médio facilita a transição entre entidades altamente abstratas e entidades do mundo real.

⁴ Todas essas ontologias biomédicas podem ser encontradas no portal *OBO Foundry*. Disponível na Internet em: <http://www.obofoundry.org/>. Acesso em: 29/07/2013.

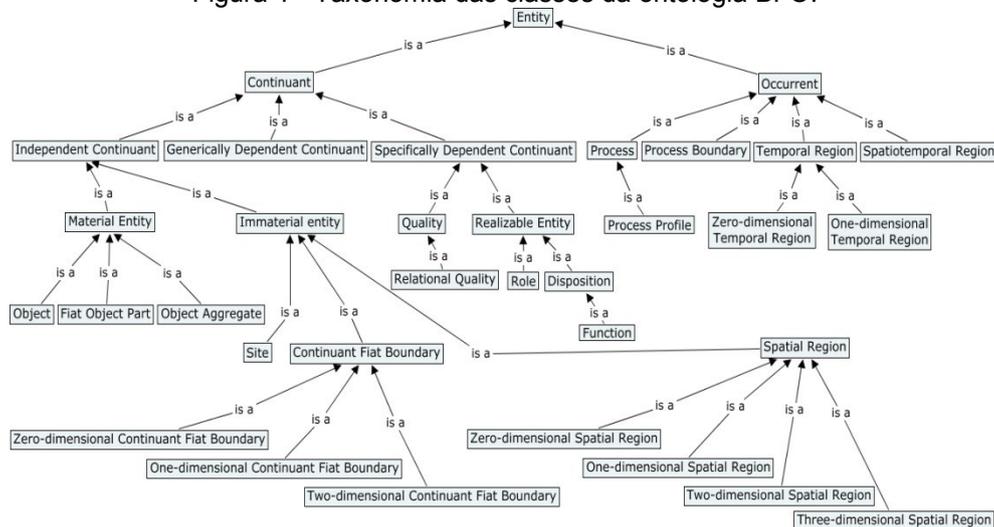
⁵ Todas essas ontologias biomédicas podem ser encontradas no portal *OBO Foundry*. Disponível na Internet em: <http://www.obofoundry.org/>. Acesso em: 29/07/2013.

A presente seção descreve como uma ontologia de alto nível (a BFO) e uma ontologia de médio nível (a IAO) são usadas na organização do conhecimento de um domínio específico, por meio de um exemplo da área médica.

A definição completa das entidades BFO não é apresentada aqui por limitações de espaço, mas podem ser encontradas em Spear (2006). O mesmo ocorre com as entidades IAO, explicadas em IAO (2013).

A principal distinção entre as entidades da BFO, conforme já mencionado anteriormente, refere-se à divisão entre continuantes (objetos) e ocorrentes (processos). Nesse contexto, o papel do desenvolvedor de ontologias é criar associações entre entidades genéricas da BFO e entidades do mundo real, em alguns casos passando pela IAO. Um fragmento da taxonomia BFO é mostrada na Figura 1.

Figura 1 - Taxonomia das classes da ontologia BFO.

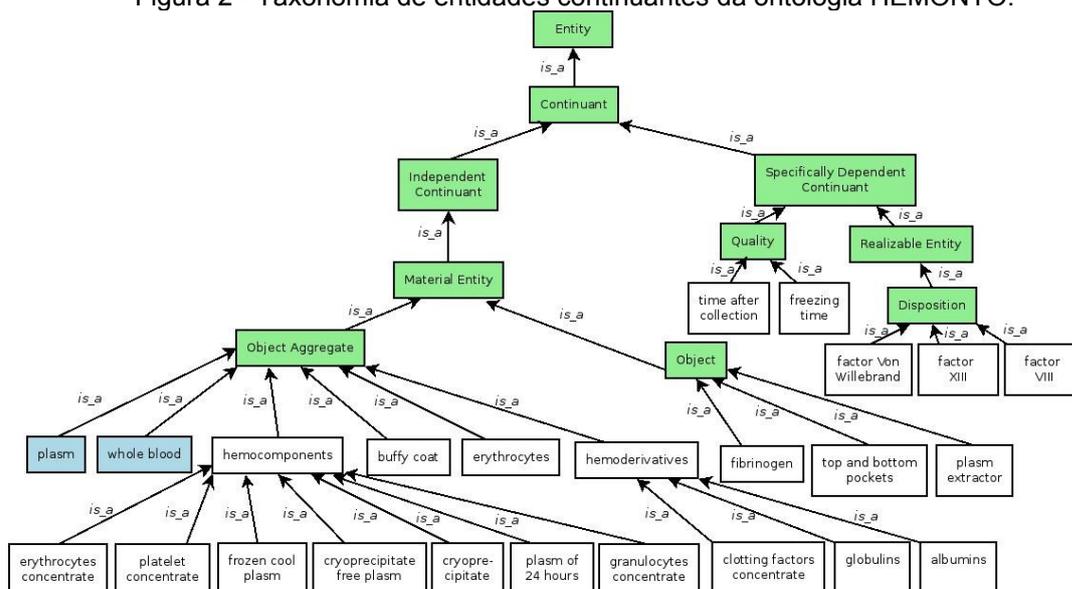


Fonte: adaptado de Spear (2006).

As taxonomias, que representam relações *is_a*, não são o único tipo de estrutura a ser construída para mapear o conhecimento de um domínio. Outras estruturas de representação são criadas, envolvendo relações ontológicas diversas (provenientes da RO) que permitam mapear o conhecimento de dado domínio. As partonomias, por exemplo, são criadas para evidenciar as relações de *whole-part*.

Para ilustrar o processo de construção de uma ontologia de domínio a partir da BFO e da IAO, apresenta-se parte de uma ontologia sobre os hemocomponentes e hemoderivados do sangue humano, a HEMONTO (MENDONÇA e ALMEIDA, 2012).

Figura 2 - Taxonomia de entidades continuantes da ontologia HEMONTO.



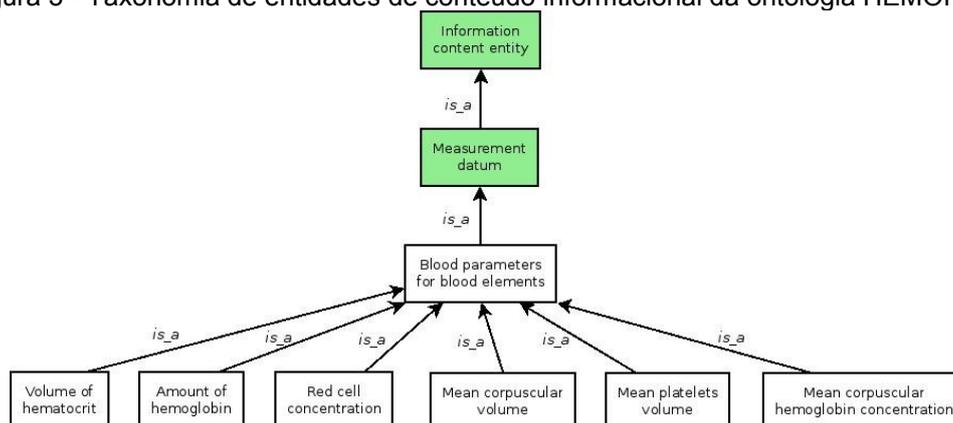
Fonte: elaborado pelo autor.

A taxonomia da Figura 2 apresenta um resultado parcial da construção da ontologia de domínio a partir da BFO, especificamente uma taxonomia das entidades continuantes da ontologia HEMONTO. Nela é possível identificar as classes da ontologia de alto nível e suas associações com entidades reais do domínio, além de novas classes adicionadas à taxonomia para representar entidades específicas do domínio. Assim, por exemplo, tem-se:

- *FMA: whole blood is_a BFO:object aggregate*
- *buffy coat is_a BFO:object aggregate*
- *factor Von Willebrand is_a disposition.*

Algumas das entidades da HEMONTO não são derivadas diretamente da BFO, mas sim da IAO, conforme apresentado na Figura 3. A IAO descende da BFO a partir de uma entidade denominada continuantes genericamente dependentes, o qual se situa no mesmo nível de continuantes especificamente independentes. Dos continuantes genericamente dependentes, deriva-se a entidade de conteúdo informacional. A partir daí, já no domínio específico, observa-se que as várias informações no contexto da hemoterapia derivam dessa entidade da IAO (a entidade de conteúdo informacional).

Figura 3 - Taxonomia de entidades de conteúdo informacional da ontologia HEMONTO.



Fonte: elaborado pelo autor.

3 DISCUSSÃO

Verificar o uso e a utilidade das ontologias, bem como assuntos correlatos como a Web Semântica, no contexto da Ciência da Informação tem sido uma preocupação em diversos artigos da área, como por exemplo: Jacob (2003), Fonseca (2007), Souza Junior e Café (2012), Schiessel e Brascher (2011), para citar apenas alguns.

Entretanto, diversas questões sobre o uso de ontologias no contexto da Ciência da Informação ainda são objeto de discussão (ALMEIDA, 2013). No restante da presente seção, busca-se discutir algumas dessas questões na esperança de contribuir para o entendimento das conexões entre ontologias e conceitos já tradicionais da Ciência da Informação. Cabe destacar que uma definição detalhada dos conceitos envolvidos está além dos objetivos do presente trabalho.

3.1 ONTOLOGIAS DE DOMÍNIO E LINGUAGENS DOCUMENTÁRIAS

Na presente seção, a discussão gira em torno da relação entre ontologias e linguagens documentárias. Como tal discussão envolve aspectos abrangentes, buscou-se sintetizar a discussão promovida aqui em duas questões complementares: *Ontologias são linguagens documentárias? Se ontologias não são rigorosamente linguagens documentárias, elas podem ser usadas como tal?*

A primeira parte da pergunta pressupõe conhecimento básico sobre o que vem a ser, tanto ontologias quanto linguagens documentárias. As ontologias já foram apresentadas ao longo desse artigo, de forma que, conforme necessário, apenas detalhes adicionais são fornecidos. Linguagens documentárias, porém, precisam ser definidas. Enquanto tem-se consciência de que a definição desse conceito seminal da Ciência da

Informação apresentada aqui é simplificada, acredita-se que essa caracterização básica atenda as necessidades do presente artigo.

Em uma obra muito referenciada na Ciência da Informação, Cintra et al. (2002) explicam que as linguagens documentárias (LDs) têm sido construídas, desde os anos de 1960, para fins de indexação, classificação e busca de informação. As LDs são sistemas de símbolos que buscam traduzir os conteúdos dos documentos, ou seja, dispõem de um vocabulário que tem como propósito integrar os elementos da linguagem de especialidade com a linguagem do usuário, que é uma linguagem natural (LN). Cintra et al. (2002) ainda esclarecem similaridades entre LDs e LNs, ao explicar que ambas são sistemas simbólicos que visam comunicação; bem como diferenças, como por exemplo à precariedade dos mecanismos de articulação das LDs se comparados com as possibilidades das LNs. Destacam ainda que LDs são linguagens construídas por meio de regras explícitas e, portanto, são linguagens artificiais.

Uma vez apresentada essa breve conceituação das LDs, é possível sugerir uma resposta para a pergunta do início dessa seção. A resposta mais rigorosa é “não”, ontologias não são linguagens documentárias. Num primeiro momento, uma justificativa pode se apoiar no fato de que as ontologias são criadas como teorias científica formais, e não como linguagem. Entretanto, cabe apresentar outros motivos que levam a essa distinção.

Ingvar Johansson, um renomado filósofo contemporâneo, fornece uma pista sobre essa questão logo na primeira frase de seu livro: “Esse livro é um livro sobre o mundo. Estou preocupado com ontologia, não simplesmente com linguagem” (JOHANSSON, 2004, p.1) ⁶. Outros filósofos escrevem passagens similares: “[...] afirmações ontológicas não surgem por meio da concordância servil com a superfície das propriedades da linguagem” (SYMONS, 2010, p. 358) ⁷; e ainda: “Na melhor das hipóteses, a linguagem natural pode servir como uma pista para o ontologista, mas não deve certamente ser o critério de correteude dos resultados finais de seu trabalho” (GRENON, 2008, p.76) ⁸. De fato, considerando um sistema de categorias tão influente como o aristotélico, observa-se que as categorias (em Aristóteles) são categorias de coisas e não de linguagem. Por exemplo, a definição de um tigre não nos diz sobre o

⁶ This book is a book about the world. I am concerned with ontology, not merely with language.

⁷ [...] ontological claims did not arise via a slavish adherence to the surface properties of language.

⁸ At best, natural language can serve as one clue for the ontologist, but it should certainly not be a criterion of the correctness of the end-result of her labors.

significado da palavra “*tigre*”, mas nos diz sobre o que é ser um tigre, ou o que se diz ser um tigre com respeito a ele mesmo (COHEN, 2008).

A noção implícita nos trechos apresentados, noção clara e intuitiva, é que existe uma diferença entre as entidades do mundo, por si, e os meios que as pessoas usam para descrever essas mesmas entidades do mundo. A ontologia se refere às entidades do mundo, não a linguagem usada para se referir a essas mesmas entidades. A divisão entre linguagem e mundo é fundamental na corrente filosófica conhecida como *realismo*, a qual tem raízes em teorias aristotélicas (NIINILUOTO, 1999). O realismo já foi mencionado na seção 2.1, como base da BFO e da IAO. Uma das máximas do realismo é a crença na existência de um mundo independente da cognição humana, ou seja, algumas entidades existem independentemente de nossa vontade e estão no mundo quer queiramos, quer não. Exemplos dessas entidades são as montanhas, o sol, as árvores, ou ainda a fome que você sente ou a dor de cabeça de outro.

É preciso enfatizar que essa crença não pressupõe uma proposta ingênua, reducionista, como eventualmente sugere-se: os realistas também admitem a existência de entidades dependentes da mente, como os elementos do mundo social, por exemplo: o casamento, o dinheiro, dentre outras. Em Ciência da Informação, existem autores a favor (HJØRLAND, 2004) e contrários (BLAIR, 2006) ao realismo.

Quando a noção de ontologia com o sentido acima exposto foi levada a prática, ela serviu para definir um instrumento de organização onde o conhecimento do domínio é descrito de forma independente dos estados epistêmicos do mundo. Esse instrumento busca então, em última instância, restringir as possíveis interpretações de um vocabulário de forma que os modelos lógicos subjacentes a esse vocabulário se aproximem, tanto quanto possível, da conceitualização do domínio do conhecimento em estudo (GUIZZARDI, 2005). Essa configuração do instrumento, permite então que ele atenda ao requisitos de sistemas formais lógicos, e por consequência, do moderna tecnologia da informação.

Um exemplo prático, que pode ajudar no entendimento de porque ontologias não são LDs, é a diferença entre as relações ontológicas e as relações linguísticas adotadas na construção das LDs: uma relação linguística relevante para as LDs, como por exemplo a sinonímia, não é objeto de atenção em uma ontologia (SCHULZ et al. 2009). Por outro lado, as diversas possibilidades para se estabelecer relações parte-todo, relevantes para as ontologias, não são objeto de atenção no contexto das LDs (ALMEIDA, 2013).

Finalmente, é possível propor uma explicação para a segunda parte da pergunta, a qual questiona: mesmo que ontologias não sejam linguagens documentárias, elas podem ser usadas como tal? A resposta, nesse caso, é “sim”, caso esteja referindo-se ao uso de linguagens de representação adotadas para especificar ontologias. É possível utilizar uma linguagem de representação da Web Semântica, como o OWL ou o RDFS, para construir um sistema de recuperação da informação, a partir de princípios da construção de LDS. O resultado nesse caso, será uma LD implementada em um sistema de recuperação da informação baseado na Web. Nesse caso, relações como a de sinonímia, citada anteriormente, podem fazer parte desse sistema.

3.2 ONTOLOGIAS DE DOMÍNIO E OS TESAUROS

Na presente seção, a discussão gira em torno da relação entre ontologias e tesouros. Existem inúmeros aspectos em que essa relação pode ser abordada. Buscou-se sintetizar a discussão promovida aqui em duas questões complementares: *Ontologias e tesouros exibem a mesma capacidade de representação? Se ontologias e tesouros não exibem a mesma capacidade de representação, onde residem as principais diferenças?*

Tesouros e ontologias são sistemas de organização do conhecimento (KOS) que exibem similaridades e diferenças. Além da observação de que esses dois KOS podem ser empregados para recuperação da informação, a principal similaridade diz respeito à constatação de que ambos restringem a linguagem natural (GILCHRIST, 2003). Por outro lado, essa constatação dá origem a principal diferença entre esses KOS, que diz respeito ao nível de formalidade adotado para restringir a linguagem natural: no desenvolvimento de um tesouro, as distinções categoriais são estabelecidas no nível da linguagem natural; em uma ontologia, as distinções categoriais também são inicialmente estabelecidas no nível da linguagem natural, mas em seguida aumenta-se o nível de formalidade, deslocando-se as distinções para o nível da *semântica formal*.

A diferença entre os níveis de formalidade requeridos para restringir a linguagem natural tem causado alguma confusão conceitual, em função do uso intensivo do termo “semântica” no contexto da Web Semântica. A semântica da Web Semântica, onde o conhecimento é organizado por ontologias, é a *semântica formal*, apenas um subconjunto da semântica da LN. Enquanto a semântica da LN diz respeito ao significado dos termos, a semântica formal expressa apenas o mapeamento de termos entre conjuntos por intermédio de uma função denominada *função interpretação*. Essa função é na verdade uma função matemática atrelada a condições-verdade da lógica.

Nesse contexto, saber o significado de uma sentença é equivalente a saber suas condições-verdade, o que não é o mesmo que saber o seu valor verdade, ou seja, se o fato é verdadeiro ou não (ALMEIDA, SOUZA e FONSECA, 2011).

Algumas considerações de natureza prática podem ainda facilitar o entendimento das relações entre os dois tipos de KOS, bem como de suas respectivas capacidades de representação. Ao criar tesouros, o desenvolvedor pode empregar as relações *broader-than* e *narrower-than* para organizar taxonomicamente o vocabulário. Além disso, existe a relação *related-term*, a qual pode abrigar mais de um tipo de relação. Esses tipos de relações podem ser facilmente ilustrados, por exemplo, por meio de exemplos disponíveis em um instrumento como o *Medical Subject Headings* (MeSH). O MeSH é um vocabulário controlado criado pela *National Library of Medicine*⁹ dos Estados Unidos para fins de indexação, catalogação e recuperação da informação biomédica. Exemplos reais disponíveis no MeSH são:

- *Fetal_Blood narrower-than Blood*
- *Plasma narrower-than Blood.*

Do ponto de vista da função dos tesouros, essas relações atendem as necessidades de recuperação de documentos: uma consulta usando o termo “*blood*” retornará, pertinentemente, tanto artigos sobre *fetal_blood*, quanto artigos sobre *blood_plasma*. Entretanto, do ponto de vista ontológico, as duas relações representam tipos diferentes: enquanto na primeira relação *fetal_blood* é **um tipo** de *blood*, na segunda *plasma* é **parte de** *blood*.

Em termos práticos, a possível vantagem de se adotar as relações formais das ontologias visando recuperação da informação é a possibilidade de automatizar a expansão de consultas. Diversas iniciativas tem sugerido, há alguns anos, que a recuperação via ontologias pode ser mais eficiente. Exemplos são os trabalhos de Bechhofer e Goble (2001), de Müller et al. (2004) e de Giunchiglia et al. (2013), para citar apenas alguns. Entretanto, não parece ainda existir um conjunto consistente de pesquisas empíricas constatando o fato.

⁹ Disponível na Internet em: <http://www.nlm.nih.gov/>. Acesso em 29 de julho de 2013.

3.3 ONTOLOGIAS GENÉRICAS, DOCUMENTOS E CONTEÚDO DE DOCUMENTOS

Na presente seção, a discussão gira em torno da relação entre as ontologias, os documentos e o conteúdo de documentos. Novamente, cabe enfatizar que existem inúmeros aspectos passíveis de discussão, e o que será efetivamente discutido aqui foi sintetizado em duas questões complementares, a saber: *se ontologias genéricas são uma descrição de mundo, como se costuma afirmar* (SMITH 2004; GANGEMI et al., 2001), *em que local do mundo as ontologias localizam entidades relevantes na Organização do Conhecimento, como por exemplo, os documentos e, até mesmo, o conteúdo dos documentos? Como essas entidades são descritas no âmbito de uma ontologia?*

Se ontologias são descrições de mundo, deve ser possível localizar na estrutura das ontologias genéricas um grande número de entidades pertencentes à realidade. Isso envolveria não apenas entidades físicas, como por exemplo, documentos, etc.; mas também entidades abstratas, como o conteúdo dos documentos. Não por acaso, os exemplos escolhidos, *documentos* e *conteúdo de documentos*, são entidades relevantes para organização do conhecimento no contexto da Ciência da Informação.

Para entender a entidade *documento*, é preciso lançar mão das ontologias IAO e a BFO já descritas anteriormente (seção 2.2). Como o próprio nome já informa, a IAO não pretende definir “*informação*”, mas sim “*artefatos da informação*”. Isso parece corroborar com algo já detectado em Ciência da Informação há anos: o status ontológico da entidade “*informação*” é de difícil definição.

Para alcançar a entidade *documento*, é preciso passar por entidades de alto nível (da BFO) e entidades de médio nível (da IAO). A Figura 4 apresenta o caminho, por meio da estrutura ontológica, desde a entidade de nível mais geral até a entidade *documento*. As relações entre os níveis são relações taxonômicas formais (*is_a*). As entidades foram escritas em português, mas estão acompanhadas pelos nomes originais em inglês.

Figura 4: taxonomia, de “coisa” até “publicação científica”

| Nível | Entidades da ontologia |
|-------|--|
| 1 | Coisa (<i>thing</i>) |
| 2 | Entidade (<i>entity</i>) |
| 3 | Continuante (<i>continuant</i>) |
| 4 | Continuante Dependente (<i>dependent continuant</i>) |
| 5 | Continuante genericamente dependente (<i>generically dependent continuant</i>) |
| 6 | Entidade de conteúdo informacional (<i>information content entity</i>) |
| 7 | Documento (<i>document</i>) |
| 8 | Publicação (<i>publication</i>) |
| 9 | Publicação científica (<i>scientific publication</i>) |

Fonte: elaborado pelo autor

Apresentadas as entidades genéricas e a localização da entidade *documento* na taxonomia que reúne BFO e IAO, cabe explicar brevemente cada nível, de forma a revelar a proposta de status ontológico para a entidade “documento” subjacente às ontologias genéricas. Apresenta-se aqui apenas uma breve descrição dessas entidades e a caracterização completa está disponível em Spear (2006).

A BFO e as ontologias de médio nível situadas abaixo dela são ontologias aristotélicas. Isso quer dizer que uma entidade é definida referenciando-se a entidade imediatamente superior (*genus proximum*), mais características específicas (*differentia specifica*) da entidade em análise. Um exemplo é definir *ser humano* como um *animal racional*, onde a entidade em análise (ser humano) é definida de acordo com a entidade imediatamente superior (animal) mais a diferença específica (racionalidade) que distingue seres humanos de outros tipos de animais.

Seguindo a metodologia aristotélica, a BFO propõe como primitiva a entidade *coisa* (nível 1 da Figura 4). Em seguida, existe *entidade*, a qual é um tipo de coisa (nível 2 da Figura 4). Ocorre então uma grande divisão das entidades do mundo em dois ramos: ou a entidade é um *continuable* ou a entidade é um *ocorrente*. No nosso caso, interessa o ramo dos continuables (nível 3 da Figura 4), os quais são entidades que mantêm identidade ao longo do tempo como os *objetos*, por exemplo, uma maçã; e as *propriedades de objetos*, por exemplo o vermelho da maçã; dentre outros.

No próximo nível, os continuables são divididos em três outros tipos: os *continuables dependentes*, os *continuables independentes* e as *regiões espaciais*. Para entender as entidades de interesse aqui (os continuables dependentes e os continuables independentes) basta retomar ao exemplo anterior: maçãs são exemplos de continuables independentes, os quais são receptáculos ou portadores de propriedades (mas não são e nunca serão propriedades por si); o vermelho da maçã é um exemplo de continue dependente, uma vez que a propriedade de ser vermelho depende da existência de outra entidade (no caso, a maçã) para se manifestar. Na taxonomia da Figura 4, interessa seguir o ramo dos continuables dependentes (nível 4).

Os continuables dependentes se dividem em *continuables genericamente dependentes* e *continuables especificamente dependentes*. A diferença básica entre essas entidades é que os continuables genericamente dependentes são propriedades de outra entidade, mas essa entidade da qual eles são propriedades, pode variar. Dito de outra forma, a dependência genérica exige que uma entidade dependa de outra, mas permite que essa dependência seja transferível entre entidades, ou seja, uma hora depende-se da

entidade A e em outro momento depende-se da entidade B. Exemplos de continuantes genericamente dependentes (nível 5 da Fig. 4) são: certo arquivo PDF que existe em diversos discos rígidos de diferentes computadores e o conteúdo da teoria geral da relatividade que pode estar em diversas publicações. No caso de continuantes especificamente dependentes essa transferência não é possível: a cor de minha camisa, especificamente, não pode ser transferida para outra camisa.

O nível 6 da Figura 4 é o limite entre a ontologia de alto nível (BFO) e a ontologia de nível médio (IAO). Nesse nível encontram-se as *entidades de conteúdo informacional*, as quais são definidas em duas partes: por um lado, são entidades que dependem genericamente de outras entidades; e, por outro lado, são entidades que mantêm uma relação de *aboutness* com outras entidades. Observa-se no nível 7 da Figura 5 que *documento* aparece como um tipo de entidade de conteúdo informacional.

A primeira parte da definição da *entidade de conteúdo informacional* menciona a existência da dependência genérica. Conforme já explicado anteriormente na passagem para o nível 5, essa característica permite que uma propriedade seja atribuída a um ou outro portador ao longo do tempo. Uma entidade de conteúdo informacional (e seu subtipo *documento*) precisa se “concretizar” em um portador físico, e a dependência genérica permite que ela se concretize em diferentes portadores físicos. Essa característica corresponde à noção intuitiva de que um documento, referenciado de forma simples como um conjunto de informações, tem a capacidade de se concretizar em diversos suportes físicos (papel, arquivo digital, microfilme, etc.), sem deixar de ser o mesmo documento. As relações ontológicas, como seria de se esperar, proporcionam uma visão de mundo.

A segunda parte da definição de *entidades de conteúdo informacional* menciona que elas são entidades que mantêm uma relação de *aboutness* com outras entidades do mundo. Por consequência, um documento mantêm uma relação de *aboutness* com uma entidade do mundo. A noção de *aboutness* é muito cara à Ciência da Informação, onde o termo é normalmente considerado como um sinônimo para o assunto de um documento (HUTCHINGS, 1978). Na Filosofia, o significado de *aboutness* é um pouco diferente: dizer na ontologia que “um documento *is_about* uma entidade”, é dizer que existe uma relação de *intencionalidade* de uma entidade em direção à outra (ANSCOMBE, 1957). Em última instância, uma entidade de conteúdo informacional, e portanto um documento, é sobre (*is_about*) algo que está no mundo. Isso parece um entendimento bem próximo à noção adotada na Ciência da Informação. Entretanto, tanto o *aboutness*

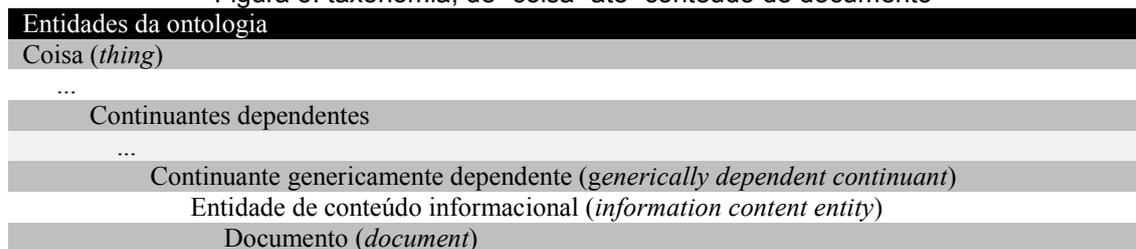
quando a *intencionalidade* são noções técnicas, multidisciplinares, e está além dos objetivos do presente artigo detalhá-las aqui. Ainda assim, cabe destacar que, novamente, a ontologia apresenta uma visão de mundo racional e intuitiva.

Finalmente, nos níveis 8 e 9 da Figura 4, aparecem duas subdivisões que são diretas e não demandam maiores explicações: uma *publicação* é um tipo de *documento*, e uma *publicação científica* é um tipo de *publicação*. Existem diversos outros tipos de *documentos* na IAO que não foram mencionados.

Observa-se que, até aqui, foi possível definir a localização para *documento* na ontologia, bem como elencar algumas de suas características. A definição de documento como uma entidade de conteúdo informacional que se concretiza em um suporte material e que mantém uma relação de *aboutness* com outra entidade, remete a algumas de nossas intuições sobre o que é um documento. Entretanto, não captura um aspecto muito importante para a Ciência da Informação: o conteúdo do documento. Onde se localiza a entidade *conteúdo de documento* em uma ontologia?

Essa é uma questão difícil, complexa, e originalmente nem a BFO nem a IAO se arriscaram definir o status ontológico do *conteúdo de documento*, uma entidade que envolve muitos fatores de natureza abstrata. A questão aqui reside no fato de que, no âmbito da IAO e BFO, uma entidade de conteúdo informacional (nível 6 da Figura 5) sempre é sobre (*is_about*) alguma entidade do mundo, considerado o *mundo espaço-temporal*. Entretanto, é fácil imaginar livros cujo conteúdo versa sobre duendes, ou sobre unicórnios, que são ficções, entidades que não existem no mundo real. Para lidar com essa situação, Brochhausen et al. (2013), baseados na análise ontológica de *Roman Ingarden*, propõem um tipo de continuante genericamente dependente, uma classe irmã da entidade de conteúdo informacional, denominado *entidade puramente intencional*. Abaixo dessa entidade, é possível abrigar a entidade *conteúdo de documentos* que se refere tanto a coisas do mundo espaço-temporal, quanto coisas *imaginadas* sobre o mundo. A Figura 5 (uma variação da Figura 4) representa essas novas entidades.

Figura 5: taxonomia, de “coisa” até “conteúdo de documento”



...

Entidades puramente intencionais (*purely intentional entities*)

Conteúdo de documentos

...

Fonte: elaborado pelo autor

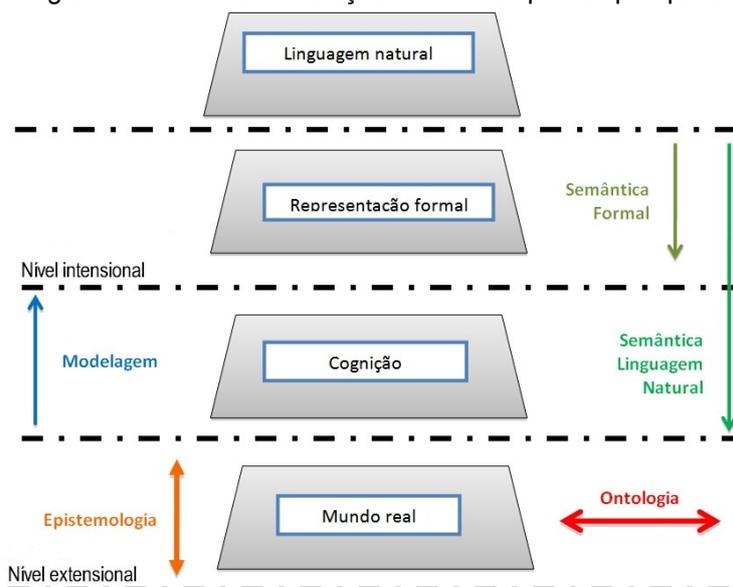
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo caracterizou as ontologias em três tipos – alto nível, nível médio e de domínio – e descreveu a aplicação de cada tipo. Essa caracterização se justificou no âmbito da discussão, proposta pelo artigo, sobre questões que envolvem ontologias e conceitos como LDs, tesouros, documentos e conteúdo.

Ao longo do artigo, foi possível discutir as questões propostas, bem como oferecer alternativas para o papel das ontologias na Organização do Conhecimento. As soluções apresentadas são, de fato, apenas propostas. Espera-se que elas possam fomentar as discussões sobre ontologias em Ciência da Informação. Ainda assim, a partir da discussão, foi possível perceber como estudar ontologias pode complementar o entendimento do mundo, assim como de conceitos estudados na Ciência da Informação.

De forma a sumarizar algumas noções adotadas ao longo do artigo, envolvendo ontologia, semântica formal, semântica da LN, modelagem, cognição, etc., apresenta-se como contribuição final uma visão da realidade organizada em níveis, que auxilia no entendimento de como essas diferentes noções se correlacionam. Das relações entre os níveis da Figura 6, surgem abordagens características de diferentes campos de pesquisa, que muitas vezes convergem interdisciplinarmente na Organização do Conhecimento.

Figura 6: níveis e inter-relações entre campos de pesquisa



Fonte: adaptado de Almeida (2011).

Finalmente, observa-se que as ontologias, mesmo que tenham grande apelo em função da possibilidade de automação e de uso na Web, na verdade são capazes de representar apenas uma pequena parcela do rico cenário abordado pela Ciência da Informação. Fica claro, que estudar ontologias não implica em substituir avanços já obtidos no campo de organização do conhecimento, mas apenas complementá-los, abordando questões importantes a partir de outro ponto de vista. Se isso resultar em melhorias na recuperação da informação diversos outros campos científicos irão se beneficiar desses avanços.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. B. Revisiting Ontologies: a necessary clarification. *Journal of the American Society of Information Science and Technology*. v. 64, n. 8. p. 1682-93. 2013.

ALMEIDA, M. B. *Notas de aula: Princípios Ontológicos da Organização da Informação*, Pós Graduação em Ciência da Informação, ECI-UFMG, 2011. Disponível em: <<http://mba.eci.ufmg.br/pos.html>>. Acesso em: 20 de julho de 2013.

ALMEIDA, M. B.; SOUZA, R.; FONSECA, F. Semantics in the semantic web: A critical evaluation. *Knowledge Organization*, v. 38, n. 3, p. 187–203, 2011.

ANSCOMBE, G. E. M. *Intention*. Cambridge: Harvard University Press. 1957.

BEISSWANGER, E. et al. BIOTOP: An upper domain ontology for the Life Sciences. *Applied Ontology*, v. 3, p. 205–212, 2007.

BECHHOFFER, S.; GOBLE, C. Thesaurus construction through knowledge representation. *Data & Knowledge Engineering*. v.37, p. 25-45, 2001.

BERNERS-LEE, T. et al. *The Semantic Web: A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities*, 2001. Disponível em: <<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=the-semantic-web>>. Acesso em: 10 março 2013.

BLAIR, D. *Wittgenstein, Language and Information: back to the rough ground!*. Dordrecht: Springer, 2006.

BIOTOP. *Biotop Ontology*, 2013. Disponível em: <<http://www.imbi.uni-freiburg.de/ontology/biotop/>>. Acesso em: 16 de Junho de 2013.

CINTRA, A. M. M. et al. *Para entender as linguagens documentárias*. São Paulo: Polis, 2002.

COHEN, S. M. *Aristotle's metaphysics*, 2008. Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/entries/aristotle-metaphysics/>>. Acesso em: 20 agosto 2010.

GANGEMI, A. et al. *Understanding top-level ontological distinctions*, 2001. Disponível em: <<http://www.csee.umbc.edu/courses/771/papers/IJCAI2001final.pdf>>. Acesso em: 30 de maio de 2010.

GILCHRIST, A. Thesauri, taxonomies and ontologies – an etymological note. *Journal of Documentation*. v. 59, n. 1, p. 7-18, 2003.

GIUNCHIGLIA, F. et al. 2013. *From knowledge organization to knowledge representation*, 2013. Disponível na Internet em: <<http://www.iskouk.org/conf2013/abstracts.htm>>. Acesso em 15 de junho 2013.

GRENON, P. A primer on Knowledge Management and Ontological Engineering. In: K. MUNN ; B. SMITH. (eds.), *Applied Ontology: An Introduction*. Berlin:Verlag, p. 57-82, 2008.

GRENON, P.; SMITH, B. *SNAP and SPAN: Towards Dynamic Spatial*, 2004. Disponível em: <http://ontology.buffalo.edu/smith/articles/SNAP_SPAN.pdf>. Acesso: 10 de Junho de 2013.

GUARINO, N. *Formal Ontology in Information Systems: Proceedings of FOIS'98*, 1998. Amsterdam: IOS Press

GUIZZARDI, G. *Ontological foundations for structural conceptual model*, 2005. Disponível em: <<http://www.inf.ufes.br/~gguizzardi/OFSCM.pdf>>. Acesso em: 20 de abril de 2010.

HUTCHINGS, W. J. The concept of “aboutness” in subject indexing. *Aslib Proceedings*, v. 30, n.5, p. 172-181, 1978.

IAO. Information Artifact Ontology, 2013. Disponível em: <<http://code.google.com/p/information-artifact-ontology/>>. Acesso em: 16 de junho de 2013.

JACOB, E. *Ontologies and the Semantic Web*, 2003. Disponível na Internet em: <<http://www.asis.org/Bulletin/Apr-03/jacob.html>>. Acesso em: 18 de junho de 2013.

JOHANSSON, I. *Ontological investigations*. Frankfurt: Ontos Verlag, 2004.

HJØRLAND, B. Arguments for philosophical realism in library and information science. *Library Trends*, v.52, n. 3, p. 488-506, 2004.

MACLEOD, M. C. e RUBENSTEIN, E.M. *Universals*, 2005. Disponível na Internet em: <<http://www.iep.utm.edu/universa/>>. Acesso em 22 de agosto de 2009.

MASOLO, C. et al. *Ontology Library: WonderWeb Deliverable*, 2003. Disponível na Internet em: <<http://www.loa-cnr.it/Papers/D18.pdf>>. Acesso em: 05 de agosto de 2012.

MENDONÇA, F. M.; ALMEIDA, M. B. Modelos e teorias para representação: uma teoria ontológica do sangue humano. In: XIII Encontro Nacional de Pesquisa em

Ciência da Informação - XIII ENANCIB, 2012, Rio de Janeiro. *Anais do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação - ENANCIB*, 2012.

MÜLLER, H. et al. Textpresso: An Ontology-Based Information Retrieval and Extraction System for Biological Literature. *Plos Biology*, v. 2, n. 11, p. 1984-1998, 2004.

NIINILUOTO, I. *Critical scientific realism*. New York: Oxford University Press, 1999.

RANGANATHAN, S. R. *Prolegomena to library classification*. London: Asia Publishing House, 1967.

RUTTENBERG, A. *Introduction to Ontology*, 2009. Disponível na Internet em: <<http://org.buffalo.edu/Presentations.html>>. Acesso em 1 de maio de 2009.

SCHIESS, M. e BRÄSCHER, M. Do texto às ontologias: uma perspectiva para a ciência da informação. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 40, n. 2, p. 301-311, 2011.

SCHULZ, S. et al. Strengths and limitations of formal ontologies in the biomedical domain. *Reciis-Electronic Journal of Communication, Information and Innovation in Health*. v. 3, n. 1, p. 31-45, 2009.

SMITH, B. *Ontology and Information Systems*, 2004. Disponível em: <<http://www.ontology.buffalo.edu/ontology>>. Acesso em: 10 de junho de 2013.

SMITH, B. et al. Relations in biomedical ontologies. *Genome Biology*. v.6, n. R46, 2005.

SMITH, B.; CEUSTERS, W. Ontological realism: A methodology for coordinated evolution of scientific ontologies. *Applied Ontology*. v. 5, p. 139-188, 2010.

SOERGEL, D. *Functions of a Thesaurus / Classification / Ontological Knowledge Base*, 1997. Disponível em: <<http://www.dsoergel.com/cv/soergelfctclass.pdf>>. Acesso em: 20 de julho de 2010.

SOUZA JUNIOR, M. B. e CAFÉ, L. Ontologias: abordagens nas teses e dissertações das universidades públicas brasileiras. *Informação e Sociedade*, João Pessoa, v.22, n.2, p. 81-98, maio/ago. 2012.

SPEAR, A. D. *Ontology for the twenty first century: an introduction with recommendations*, 2006. Disponível na Internet em: <<http://www.ifomis.org/bfo/documents/manual.pdf>>. Acesso em: 22 de maio de 2011.

SUTCLIFFE, J. P. Concept, class, and category in the tradition of Aristotle. In: I. VAN MECHELEN, I. ; J. HAMPTON, J.; MICHALSKI, R.S.; THEUNS, P. (eds), *Categories and concepts*. London: Academic Press, p. 35-65, 1993.

SYMONS, J. Ontology and Methodology in Analytic Philosophy. In: POLI, R.; SEIBT, J. (eds). *Theory and Applications of Ontology: Philosophical Perspectives*. Dordrecht: Springer. p., 2010

VICKERY, B. C. Ontologies. *Journal of Information Science*. v. 23, n. 4, p. 277-286, 1997.