

**GT 2 – Organização e Representação do Conhecimento**

**A ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO E SUAS TEORIAS DE REPRESENTAÇÃO: A ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO COMO UM MODELO TEÓRICO PARA A REPRESENTAÇÃO DE DOMÍNIOS**

Comunicação oral

Maria Luiza de Almeida Campos – UFF

Linair Maria Campos - COPPE/UFRJ

marialuizalmeida@gmail.com

**Resumo:**

Nos últimos anos estamos presenciando o avanço das iniciativas ligadas à Web Semântica. Esse novo cenário traz novas necessidades informacionais, que trazem consigo desafios para o profissional da informação no que tange à representação do conhecimento. O objetivo do presente trabalho é colocar em discussão a necessidade de estudos mais aprofundados de teorias e métodos relativos à elaboração de estruturas classificatórias para a representação e recuperação de conhecimento/informação e, dessa forma, contribuir para a formação de modelizadores que possam desenvolver estratégias e abordagens para a construção de modelos, independente de problemas específicos de domínios. Como fundamentação teórico-metodológica, apresentamos estudos no âmbito de uma investigação interdisciplinar, com a Ciência da Computação e com a Inteligência Artificial, com foco em Ontologias de Fundamentação e os saberes que ali se inserem e que se fazem importantes para o profissional da informação no contexto da Web Semântica. Como resultados apresentamos um panorama desses saberes, através da ilustração do modelo de duas ontologias de fundamentação. A partir daí, no contexto da fundamentação teórica apresentada, esperamos evidenciar a necessidade de um corpus de conhecimento útil para que os novos classificacionistas possam trabalhar com ferramentas intelectuais passíveis de serem usadas no novo cenário informacional da Web Semântica.

**Abstract:**

In recent years we have witnessed the progress of initiatives related to the Semantic Web. This new scenario brings new information needs that bring with them challenges for information professionals when it comes to knowledge representation. The aim of this work is put into question the need for further study of theories and methods related to the development of classificatory structures for the representation and retrieval of knowledge / information and thus contribute to the formation of modellers who can develop strategies and approaches to building models, regardless of domain-specific problems. As a theoretical-methodological underpinning we presented studies in the context of an interdisciplinary approach with Computer Science and Artificial Intelligence, focusing on foundational ontologies and the knowledge embedded in there, which are important for the information professional in context of the Semantic Web. As results we present an overview of this knowledge through the illustration of the model two foundational ontologies. Thereafter, within the theoretical framework presented, we hope to highlight a body of knowledge necessary for the new information professional to work with intellectual tools that can be used in the new informational landscape of the Semantic Web.

## 1. Introdução

A organização do conhecimento se coloca no espaço de uma discussão que envolve um “*modus operandi*” de representar áreas de conhecimento através de uma linguagem formal. Neste sentido, o processo de organização do conhecimento envolve questões relacionadas às Teorias de Representação e aos Domínios a serem representados.

Gopinath (1997) coloca essa questão de forma bastante clara, ao afirmar que,

“O primeiro ingrediente do problema de representação do conhecimento é encontrar uma linguagem de representação do conhecimento, uma linguagem formal na qual os domínios do conhecimento possam ser descritos” .

Organização do Conhecimento pode ser definida como a condição de representação do conhecimento para propósitos específicos. O propósito, também denominado, no contexto das ontologias informacionais, de compromisso ontológico, é o fator determinante para a escolha de um método de descrição, formalização e representação do conhecimento. Como o próprio nome denota, organizar um dado domínio implica em classificar, separar por semelhanças e diferenças, estabelecer relações de identidade, de similaridade e de associações e expressar tais relações através de classes de conceitos, visando um processo de aprendizagem e de compreensão mental.

“A classificação é primariamente uma operação mental. Somente agregamos coisas em uma determinada ordem quando esta ordem se encontra em nossa mente, nós não podemos arranjar coisas em uma ordem que não existe em nossa mente. É este processo mental que é o verdadeiro significado de classificação. (SAYERS,1955, p7)

No espaço da biblioteconomia e documentação, áreas de conhecimento são representadas, através de estruturas classificatórias, que vêm através dos tempos se adequando a diversas Teorias de Representação. Estas teorias se colocam no espaço da elaboração de Modelos Conceituais independentes de conteúdos específicos de domínios. São meta-representações utilizadas para a organização de conhecimento em domínios diferenciados. Teóricos como Ranganathan (1967), Bliss (1929) e o próprio CRG (WILSON, 1972)<sup>1</sup>, para citar apenas alguns como exemplificação, construíram teorias com a finalidade de representação de domínios, visando a organização de documentos, mas que de alguma forma,

---

<sup>1</sup> É necessário esclarecer que aqui não estamos esquecendo autores como: Dewey, Brown, Cutter, que elaboraram estruturas classificatórias para guarda de documentos, mas que citamos aqueles autores que apresentam uma discussão mais substanciada por aspectos teóricos e metodológicos voltados para a representação de domínios e não somente para a organização física de documentos.

apresentavam princípios que possibilitavam a representação independente dos próprios domínios de saber.

Ranganthan (1967) apresenta em sua Teoria da Classificação Facetada, o PMEST e suas facetas, como um método de raciocínio para explicitar diversos domínios de conhecimento através de classes e conceitos. Além disso, estabelece cânones para ordenar estas classes e conceitos para nortear o classificacionista com princípios consistentes para a elaboração de estruturas classificadas. Bliss (1929) apresenta, entre outros aspectos, discussão sobre princípios lógicos de subordinação para a ordem dos saberes das áreas de conhecimento, inserindo o conceito de Teoria de Gradação<sup>2</sup>, como um princípio norteador para a organização de uma ordem para essas áreas. A Teoria dos Níveis Integrativos, resgatada por Gnoli (2004, 2008), tem nos estudos de Feibleman (1954) a explicitação de um caminho metodológico para se pensar a organização dos saberes, não mais sob um ponto de vista disciplinar, mas através da explicitação de fenômenos em suas diferentes classes. O CRG amplia e se apóia nos princípios acima, apresentando também uma proposta de categorias para pensar a organização dos saberes.

Neste sentido, este artigo coloca em discussão a necessidade de estudos mais aprofundados de teorias e métodos relativos à elaboração de estruturas classificatórias para a representação e recuperação de conhecimento/informação e pretende contribuir para a formação de modelizadores que possam desenvolver estratégias e abordagens para a construção de modelos, independente de problemas específicos de domínios.

Na busca desta compreensão e nos estudos que estamos desenvolvendo até então, nos deparamos com um novo tipo de ferramenta, criada a partir dos caminhos traçados pela Web Semântica, que se denominou de Ontologias. Nos estudos anteriores que desenvolvemos sobre ontologias, nos colocamos investigando os problemas inerentes à modelagem conceitual e de interoperabilidade semântica entre ontologias de domínios, pois estes possibilitavam discussão sobre bases teóricas e metodológicas e que reuniam sempre dois aspectos de nosso interesse de pesquisa, quais sejam: a questão representacional e a questão relacionada ao método de raciocínio utilizado para a modelagem de domínio, visando apoiar atividades de ensino. Além disto, sempre estivemos interessados nas bases classificatórias utilizadas na elaboração de instrumentos de tratamento e recuperação de informação, na qual a questão dos modelos conceituais sempre estiveram presentes. No percurso deste caminho, nos deparamos

---

<sup>2</sup> Gradação pode ser definida, “como o princípio pelo qual as várias ciências e estudos se distinguem por seu âmbito conceitual e por suas relações, da ordem real da natureza e se organizam numa ordem serial do mais geral para o especial”. ( Bliss, p. 217)

freqüentemente com questões relacionadas à representação de domínios que possuíam aspectos epistemológicos e aspectos ontológicos de natureza diversa, e quando considerávamos que um dado modelo conceitual poderia ser considerado “o modelo”, a aplicação nos mostrava que este não era o caminho. Era necessário ampliar a representação para um espaço de investigação onde estas questões possam ser discutidas como uma teoria válida que possa estar independente de um dado domínio. E neste caminho de interesse de investigação, no âmbito também, de uma investigação interdisciplinar, com a Ciência da Computação e com a Inteligência Artificial, identificamos os estudos sobre Ontologias de Fundamentação.

Tais princípios, com o advento da Web semântica e de ferramentas semânticas como as ontologias são de valor inestimável para a elaboração de modelos conceituais consistentes e também para a formação de “classificacionistas”, como denominava Ranganthan, ou dito de outra forma, de modelizadores, que são aqueles que elaboram classificações e não somente as usam.

Desta forma, uma investigação nesta área se justifica não só pelos aportes teóricos e metodológicos que pretende apontar, mas fundamentalmente porque pretende evidenciar um corpus de conhecimento necessário para que os novos classificacionistas possam trabalhar com ferramentas intelectuais passíveis de serem usadas em um novo cenário informacional, qual seja, o cenário da Web Semântica. Este artigo pretende colocar em discussão uma ponta deste iceberg.

O restante desse artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 apresentamos os aspectos epistemológicos e ontológicos, situando a sua aplicação em modelos de representação; na seção 3, explicamos o que são as Ontologias de fundamentação no contexto dos modelos de representação; na seção 4 apresentamos o papel das Ontologias de fundamentação e do compromisso ontológico para uma semântica mais rica; por fim, na seção 5, apresentamos nossas considerações finais.

## **2. Aspectos Epistemológicos e Ontológicos e sua aplicação em Modelos de Representação para a formação de modelizadores**

A investigação de bases epistemológicas e ontológicas em modelos de representação para a organização de conhecimento é um estudo que requer uma definição sobre o que se entende por tais conceitos – bases epistemológicas e bases ontológicas – em uma aplicação para estudos de domínios.

Por bases epistemológicas, consideramos discutir a possibilidade de representação em domínios específicos, ou seja, discutir a própria natureza dos saberes consubstanciados nos modelos de representação. Segundo Brachman (1979), discutindo a representação do conhecimento, no nível epistemológico a noção genérica de um conceito é introduzida como uma primitiva de estruturação de conhecimento; ele é o nível da estruturação, o que nos leva ao entendimento da forma de divisão dos saberes apresentados em um modelo de representação. Desta forma, o estudo das bases epistemológicas de um dado domínio de saber, o entendimento de sua natureza representacional, nos levam a indagar sobre quais os princípios classificatórios que devem ser aplicados para a classificação de conceitos em um domínio. Uma forma de proposta classificatória que vem sendo trabalhada há muito, por exemplo, no âmbito do CRG foi a Teoria dos Níveis Integrativos (FEIBLEMAN, 1954) em contraposição as propostas disciplinares apresentadas até então nos instrumentos de representação e recuperação de informação. A Teoria dos Níveis Integrativos propõe um novo “recorte classificatório” para a classificação de domínios, ou seja, propõe um método de raciocínio diferenciado para a organização e classificação dos saberes em domínio de conhecimento e o produto gerado a partir da adoção deste “recorte classificatório” precisa ser entendido desde a sua construção, ou seja, o entendimento do porque tal recorte foi elaborado e sua ligação com a natureza do próprio domínio a ser classificado. Estas questões se colocam na atualidade como fundamentais no que tange a formação de modelizadores. Assim, em uma perspectiva estratégica, estes estudos no âmbito do ensino, pretendem colocar tais questões em uma perspectiva representacional e não somente como método científico. Isto significa discutir a possibilidade de representação de domínios em Ciências, Tecnologia e Humanidades enfatizando princípios lógicos para identificar consistência lógica e coesão da representação.

Por bases ontológicas, consideramos discutir quais elementos são passíveis de serem identificados em domínios tendo em vista a modelização com fins classificatórios, ou, dito de outra forma: Quais seriam as categorias formais que deveriam ter os campos diferenciados em Ciência e Humanidades? Que relações semânticas são passíveis de representação em tais campos?

Estas indagações também fazem parte de estudos semelhantes que vem sendo desenvolvidos na comunidade de Modelagem Conceitual em Inteligência Artificial, através das Ontologias de Fundamentação. Acreditamos que os princípios que regem a elaboração de tais modelos possam ser investigados para o desenvolvimento de modelos de representação, no âmbito da Ciência da Informação (como tesouros, taxonomias entre outros).

No que tange a Biblioteconomia e Ciência da Informação, verificamos que no âmbito dos estudos de organização do conhecimento, nos últimos anos, este campo vem presenciando alguns debates sobre as abordagens epistemológicas e ontológicas para a classificação de domínios de conhecimento, como, por exemplo, Gnoli (2004, 2008), Hjørland, (2003), Gnoli & Hjørland (2009). Embora possamos verificar que tanto Gnoli como Hjørland concordam que ambas as abordagens estão presentes quando se trata de identificar modelos de organização de conhecimento, discordam quanto à escolha de tais abordagens. Por outro lado, estas questões vêm sendo endereçadas também, considerando que tais abordagens, mesmo que não identificadas como tais, estão presentes em modelos de representação desde os primeiros estudos de E. C. Richardson (1901), através de seu livro *Classification: theoretical and practical*, que pode ser considerado como um dos primeiros trabalhos que formularam uma teoria sistemática de classificação e que veio a exercer uma influência considerável nas atuais teorias de classificação (DOUSA, 2010).

Entretanto, até onde pudemos verificar, são poucas as referências explícitas sobre o viés epistemológico ou ontológico adotado em propostas de esquemas classificatórios de alto nível, como, por exemplo, os apresentados por Ranganathan na Teoria da Classificação Facetada (RANGANATHAN, 1967), Bliss (1929) e Dahlberg na Teoria do Conceito (DAHLBERG, 1978a, 1978b). Nossos estudos apontaram para a necessidade de verticalizar estas questões no sentido de apoiar a formação de modelizadores e, acreditamos também, que estamos encontrando algumas respostas nas pesquisas que vem sendo hoje realizadas através dos estudos em Ontologias de Fundamentação, como veremos mais adiante.

### **3. Ontologias de Fundamentação e um modelo de representação**

Ontologia de Fundamentação tem por objetivo identificar categorias gerais de certos aspectos da realidade que não são específicos de um campo científico, descrevendo conhecimento independentemente de linguagem, de um estado particular de coisas ou ainda do estado de agentes (GUIZZARDI, 2005). Borgo e Masolo (2009) definem ontologias de fundamentação a partir de quatro itens: (i) têm grande alcance; (ii) podem ser altamente reutilizáveis em cenários de modelagem diferentes; (iii) são filosófica e conceitualmente bem fundamentadas; e (iv) são semanticamente transparentes e, portanto, ricamente axiomatizadas. As Ontologias de Fundamentação detêm forte fundamentação da Filosofia permitindo que a estrutura real de um domínio, seu compromisso ontológico, seja representada de forma fiel, clara e consistente. Isto permite que a representação realizada detenha uma semântica baseada no mundo real, restringindo interpretações sobre seus conceitos. Deste modo, as ontologias de

fundamentação permitem que a construção de uma teoria sobre o domínio possibilite testar e validar um modelo conceitual. Assim, ao diferenciar os tipos de elementos que compõem um domínio e permitir sua representação, a ontologia de fundamentação explicita conceitos a partir de sua tipologia, estabelecendo sua posição em uma cadeia de elementos. Isto permite a partir da noção de cada tipo de elemento, que a estruturação do domínio seja construída de forma a evitar proposições errôneas, aferindo qualidade à modelagem conceitual realizada.

A Ontologia de Fundamentação é baseada na Ontologia Formal, a qual representa, formaliza o conhecimento existente, permitindo que seja acessado e compartilhado através de conceitos e categorias que satisfaçam a compreensão de um domínio. Esses conceitos e categorias expressam noções tais como rigidez, identidade, unidade, universais e particulares, continuantes e ocorrentes, dentre outras (CAMPOS, 2011)<sup>3</sup>, que são importantes para o uso de inferências.

Deste modo, uma ontologia formal é construída por elementos como categorias e axiomas, demonstrando relações e propriedades dos conceitos e permitindo que a interpretação sobre dado conceito seja restrita, tomada através de um vocabulário controlado definido, delimitando o significado intensional de um vocabulário e permitindo maior controle sobre o domínio que está sendo mapeado, assegurando qualidade às inferências realizadas (CAMPOS, CAMPOS, MEDEIROS, 2011).

Algumas ontologias de fundamentação já se acham disponíveis, tais como a Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering (DOLCE) (GANGEMI et al., 2002), a Unified Foundational Ontology (UFO) (GUIZZARDI, WAGNER, 2005) e a Basic Formal Ontology (BFO) (GRENON, SMITH, e GOLDBERG, 2003; SMITH e GRENON, 2004). Esta última é a ontologia de fundamentação utilizada como padrão na comunidade biomédica (OBO, 2012).

As ontologias como a BFO, a UFO e a DOLCE, possuem categorias semelhantes às propostas no âmbito da classificação bibliográfica, em abordagens com as de Ranganathan e Dahlberg, embora, devido a necessidades específicas<sup>4</sup>, possuam detalhamento de algumas noções, tais como as de espaço e tempo.

A BFO, por exemplo, distingue a natureza das entidades do mundo através das categorias dicotômicas: *Continuantes* (continuant) e *Ocorrentes* (occurent), as quais se subdividem em outras, conforme ilustra a Figura 2.

---

<sup>3</sup> O detalhamento dessas noções foge ao escopo desse trabalho, por razões de espaço, podendo ser encontrado na referência citada.

<sup>4</sup> A BFO, por exemplo, possui a subcategoria de limite de objeto (object boundary) a qual é útil para descrever noções como a da delimitação espacial de organelas celulares.

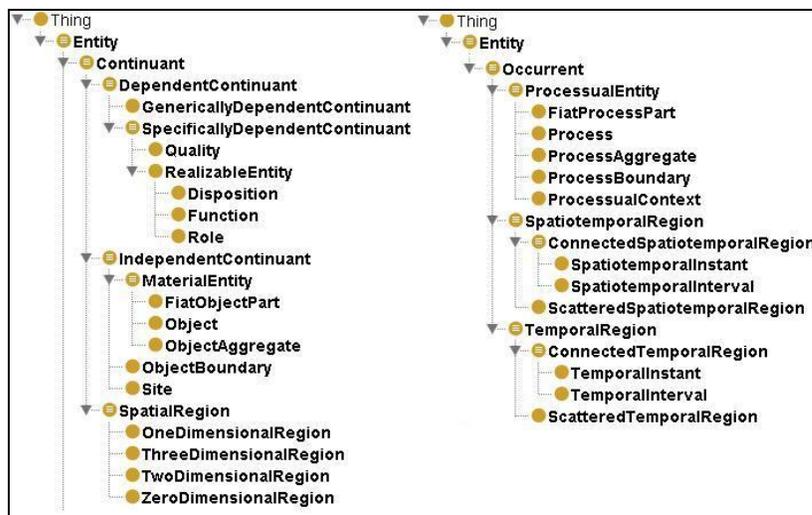


Figura 2: Categorias da BFO -versão 1.1. Fonte: (OBO.ORG, 2012).

*Continuantes* podem ser de três tipos: dependente, independente ou região no espaço. Continuantes dependentes, tais como as qualidades ou papéis, são entidades que para existir necessitam de outras que sejam independentes. Continuantes independentes são portadores dos dependentes. Por exemplo, moléculas (continuante independente) são portadoras de função molecular (continuante dependente). A dependência se aplica tanto no nível de universais quanto no de particulares.

*Ocorrentes* podem ser de três tipos: entidade processual, região espaço-temporal e região temporal. Entidades processuais dizem respeito a processos, suas partes, seu contexto, limites e agregados de processos (conjunto de processos). Região espaço-temporal diz respeito ao tempo-espaço onde um determinado processo se desenrola. Região temporal diz respeito a intervalos de tempo.

As noções de continuante e ocorrente da BFO são semelhantes às de outras ontologias como a UFO (GUIZZARDI, WAGNER, 2004) e a DOLCE (GANGEMI et al., 2002), embora suas ramificações sejam diferentes.

Na UFO, por exemplo, *Continuantes* são denominados de *Endurantes* (endurants), enquanto que os *Ocorrentes* são denominados de *Perdurantes* (perdurants). *Endurantes* estão representados em um segmento denominado UFO-A, enquanto os *Perdurantes* estão representados em um segmento denominado UFO-B. A UFO possui também um segmento denominado UFO-C, voltado para a representação de entidades sociais (tanto de natureza endurente quanto de natureza perdurante), tais como desejo, crença, objeto social, agente social, dentre outros, que não são contemplados na BFO. A UFO possui ainda um detalhamento maior do que a BFO, além de explicitar na ontologia a partição entre universais

e particulares, enquanto que a BFO não faz essa distinção. A Figura 3 ilustra a UFO-A e a Figura 4 ilustra a UFO-B.

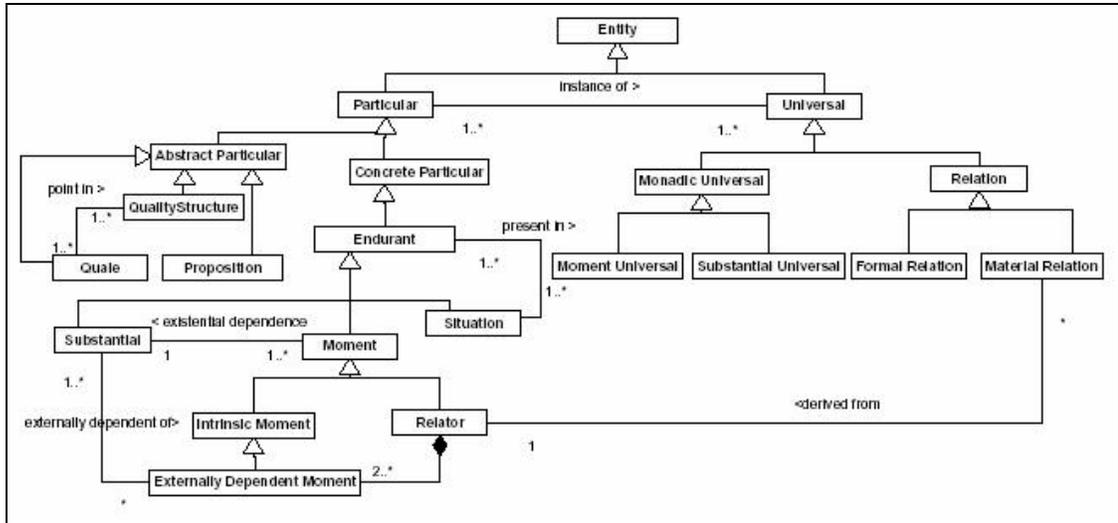


Figura 3: Fragmento da UFO-A. Fonte: Guizzardi, Falbo e Guizzardi (2008).

Na UFO-A, observa-se que as relações (divididas em formais e materiais), estão representadas como conceitos dentro da ontologia, enquanto que na BFO as relações não estão. Entretanto, cabe observar que embora o conceito em si não exista representado na BFO, existe na OBO Foundry a ontologia de relações **Relation Ontology** (RO) (SMITH et al., 2005), a qual possui diversos tipos de relação definidos e que são utilizados nas ontologias que fazem parte da OBO, como, por exemplo, a GO.

Na UFO-A observa-se ainda uma separação dos universais (que não relações) de modo a caracterizar os que não são dependentes de outros (denominados de substanciais ou *Substantial*) e os que são dependentes (denominados de momentos ou *Moment*).

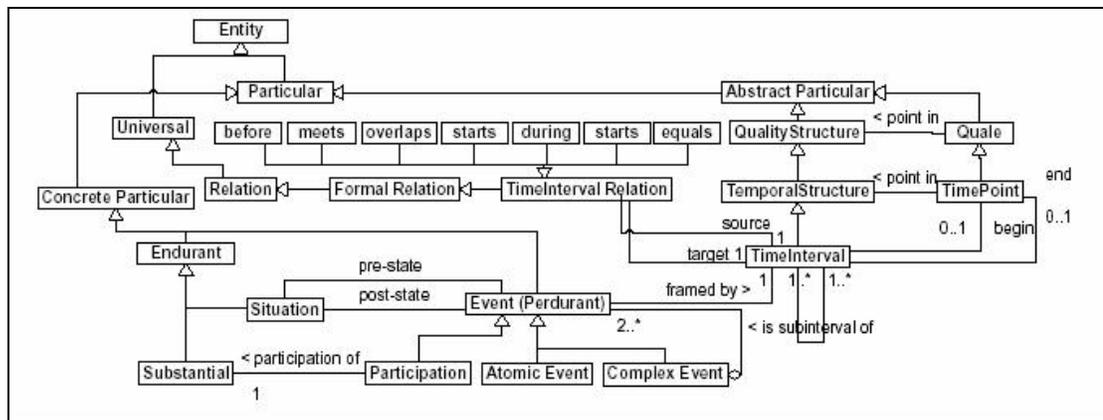


Figura 4: Fragmento da UFO-B. Fonte: Guizzardi , Falbo e Guizzardi (2008).

Conforme podemos observar, a UFO e a BFO buscam formalizar a natureza das entidades de acordo com determinados pressupostos filosóficos. O detalhamento apresentado por essas abordagens reflete essas escolhas e pressupostos filosóficos que as fundamentam, que comparamos resumidamente a seguir, conforme ilustra a Tabela 1.

Tabela 1: Comparativo entre as noções básicas da BFO e da UFO

Aspecto	BFO	UFO
<b>Universais e particulares</b>	Não explicita particulares	Explicita universais e particulares
<b>Rigidez e identidade</b>	As entidades que não são rígidas são consideradas como tipos específicos de continuantes dependentes, agrupados na categoria <i>realizable_entity</i> .	Existe separação em categorias explícitas ( <i>RigidSortal</i> e <i>AntiRigidSortal</i> )
<b>Existência ao longo do tempo</b>	Existe separação em categorias explícitas ( <i>Continuant</i> e <i>Occurent</i> )	Existe separação em categorias explícitas ( <i>Endurant</i> e <i>Perdurant</i> )
<b>Unidade</b>	Explicitada através das noções de agregado, parte e limite, tanto para ocorrentes como para continuantes (ex: <i>process_aggregate</i> , <i>fiat_process_part</i> , <i>process_boundary</i> )	Explicitado para os perdurantes no que se refere à composição de ações ( <i>atomic action</i> e <i>complex action</i> )
<b>Dependência</b>	Explicitado para os continuantes dividindo-os de forma disjunta, separando-os em dependentes e independentes ( <i>dependent_continuant</i> e <i>independent_continuant</i> ).	Explicitada para os endurantes de forma disjunta, separando-os em <i>Substantial Universal</i> e <i>Moment Universal</i> .
<b>Qualidade</b>	Explicitada como continuante dependente.	Especificada como endurante dependente (como conceito universal), mas também como um particular abstrato dependente de um particular concreto.
<b>Função</b>	Explicitado como continuante dependente que não é rígido ( <i>function</i> )	Não é explicitado.

Conforme podemos observar, a UFO, assim como a BFO apresentam perspectivas de modelagem fundamentadas por escolhas ontológicas (notadamente as de rigidez e identidade, existência ao longo do tempo, unidade, dependência, e qualidades) que buscam formalizar a natureza das entidades de acordo com determinados pressupostos filosóficos e o detalhamento apresentado por essas abordagens reflete essas escolhas e pressupostos filosóficos que as fundamentam.

Nesse sentido, ambas as ontologias procuram explicitar, para as entidades endurantes (ou continuantes), a diferença entre entidades dependentes e independentes de outras: na UFO são representadas como *Substantial Universal* e *Moment Universal*, enquanto que na BFO são *Independent\_continuant* e *Dependent\_continuant*. Em relação à existência ao longo do tempo,

ambas as ontologias fazem uma disjunção entre as entidades que mantêm sua existência o tempo todo ao longo do tempo e as que não. Em relação à questão da unidade, também observamos, de alguma forma, essa noção explicitadas nas ontologias, embora a BFO preocupe-se em explicitar em mais detalhes, para os *Independent\_continuant*, através de aspectos tais como suas partes, limites espaciais (superfície e espaços internos), e agrupamento de objetos. Na UFO, até onde pudemos perceber, encontramos esse aspecto detalhado apenas para perdurantes.

Em relação à questão da noção de qualidade como universal, tanto na UFO quanto na BFO ela é considerada como continuante (endurante) dependente (*Dependent\_continuant*). Porém na BFO uma mesma qualidade pode ser instanciada por vários particulares no mundo real, enquanto que na UFO as qualidades são entidades particulares abstratas dependentes de outras entidades particulares concretas, sendo diferentes (embora possam ser semelhantes) para cada indivíduo e neles inerentes. Além disso, na UFO os valores das qualidades estão representados em um espaço conceitual modelado na ontologia através dos conceitos de qual e outros relacionados.

Na UFO, ainda, observa-se a preocupação em explicitar aspectos de rigidez dos universais independentes, separando-os em rígidos (*RigidSortal*) e anti-rígidos (*AntiRigidSortals*), enquanto que a BFO apenas destaca entidades não rígidas.

Observamos uma divergência maior na representação de particulares, uma vez que na BFO esta noção não é explicitada, ao contrário da UFO. Em contraste, observamos que a UFO não detalha a noção de função, ao contrário da BFO.

Uma análise mais crítica das duas ontologias permite-nos observar que a UFO possui um modelo mais rico em detalhes e com maior flexibilidade para modelar determinados aspectos, como, por exemplo, o da qualidade e o do encadeamento de processos no tempo, porém para isso assume o compromisso com a existência de entidades abstratas, que não possuem correspondente no mundo real. A BFO em contrapartida, apresenta um modelo menos detalhado, porém bastante aderente com as entidades que se observam no mundo real, com um viés estritamente científico e, até onde pudemos perceber, adequado para as necessidades da comunidade biomédica.

#### **4. O potencial semântico em Ontologias de fundamentação e o papel do compromisso ontológico.**

O papel do compromisso ontológico é o de um elemento fomentador da precisão entre a *conceituação* e a representação de uma visão de mundo, esta última um *modelo* desse

mundo, impreciso em algum grau em relação ao *significado pretendido* pelo homem. Essa imprecisão se dá devido ao fato de que as conceituações são entidades abstratas, que existem na mente de pessoas ou grupo de pessoas de uma comunidade (GUIZZARDI, 2007). Naturalmente, para que uma conceituação possa ser comunicada entre pessoas, esta deve ser expressa em termos de um artefato concreto que deve ser representado em uma linguagem, a qual não consegue ser suficientemente expressiva para representar a riqueza semântica da conceituação presente na mente humana.

Uma representação de conhecimento é um mecanismo usado para se raciocinar sobre o mundo, em vez de agir diretamente sobre ele. Nesse sentido, ela é, fundamentalmente, um substituto para aquilo que representa. (...). Deve haver alguma forma de correspondência especificada entre o substituto e seu referente planejado no mundo. Esta correspondência é a semântica da representação. (...). Fidelidade perfeita é, em geral, impossível, tanto na prática quanto em princípio. A única representação completamente precisa de um objeto é o objeto em si. Qualquer outra representação é imprecisa e, inevitavelmente, contém simplificações. (CAMPOS, 2004, p.24)

O compromisso ontológico surge então para preencher a lacuna semântica entre o que o homem identifica nas suas conceituações de um mundo e o que é possível representar em uma ontologia através de uma linguagem. O compromisso se desdobra em dois: as coisas cuja existência se admite e o seu significado pretendido. As ontologias são uma forma de especificar para a máquina esse compromisso.

Desta forma, o compromisso ontológico vem ocupar o espaço de mediação entre a conceituação, que está no plano da semântica do entendimento humano e a ontologia, que está no plano do processamento pela máquina. É formado por um conjunto de regras que objetiva minimizar ambigüidades ou entendimentos errôneos dos conceitos do mundo sendo representado de acordo com a conceituação do homem, e embora seja voltado para o entendimento humano, é adequado para a conversão formal em uma linguagem que possa ser entendida pela máquina. Sendo assim, embora possa ser definido através de uma linguagem textual ou gráfica, o uso de uma linguagem formal auxilia na sua passagem para a linguagem que pode ser tratada computacionalmente.

Cabe aqui destacar que ao confrontar o papel do homem e da máquina, duas linguagens diferentes podem ser convenientes, pois enquanto que para uma pessoa a expressividade dos mecanismos de representação são fundamentais para o entendimento inequívoco da semântica dos conceitos, para a máquina a expressividade tem o custo da eficiência computacional. Entre a representação expressiva voltada para o entendimento do

homem e a implementação, na máquina, encontra-se a necessidade de se explicitar decisões sobre como transportar o modelo conceitual, pensado sem as limitações do hardware e do software, para o de implementação, de acordo com os requisitos levantados para a ontologia enquanto artefato computacional. Essas decisões estão relacionadas ao projeto da implementação da ontologia, como propõe Guizzardi (2007) e como ilustra a Figura 1.

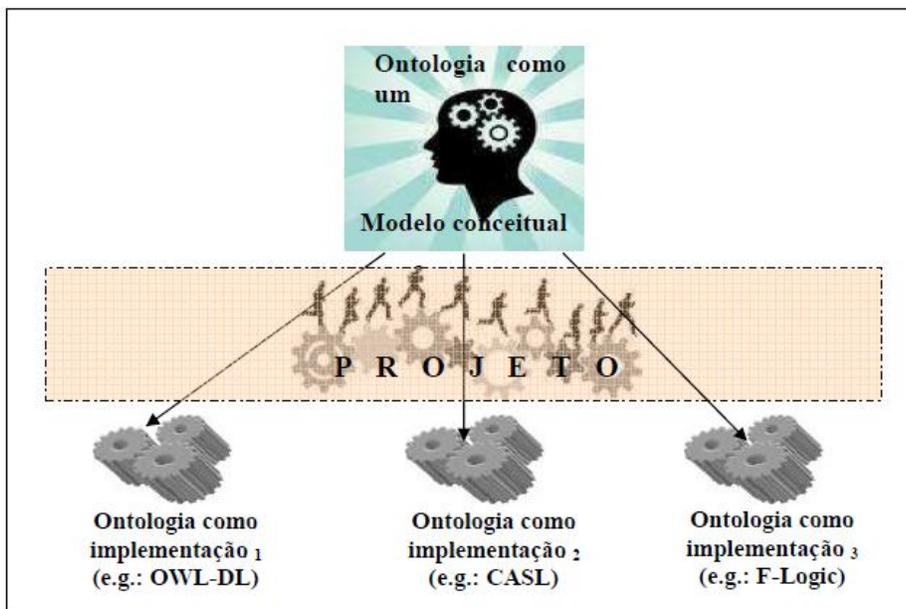


Figura 1: A etapa de projeto da ontologia como elemento de ligação entre o modelo conceitual e o modelo de implementação<sup>5</sup>. Adaptado de Guizzardi (2009).

Neste sentido, nota-se a importância das ontologias de fundamentação no que tange a seus princípios filosóficos bem fundamentados para modelagem domínios, onde estão em jogo as bases epistemológicas e ontológicas no âmbito da representação de domínios. Esta importância é explicitada por Guizzardi (2005) ao relatar que a ontologia de fundamentação permite a explicitação dos compromissos ontológicos da ontologia que representa um domínio, agregando fidelidade, consistência e clareza na representação. A principal contribuição das ontologias de fundamentação é a busca pela caracterização fiel de uma conceitualização, indo ao encontro do seu compromisso ontológico, permitindo que haja uma representação do domínio em que a ontologia é empregada. Assim, fornecendo semântica baseada no mundo real e restringindo interpretações sobre seus conceitos com base em um vocabulário próprio. Isto nos permite interpretar as ontologias de fundamentação como

<sup>5</sup> A implementação da ontologia pode ser feita através de linguagens que possuem diferentes formalismos, os quais podem ter diferentes graus de expressividade. Exemplos dessas linguagens são fornecidos pelo autor, a saber: OWL-DL, CASL (Common Algebraic Specification Language), F-Logic.

fornecedoras de uma estrutura ontológica, as quais criam um *corpus* capaz de testar e validar o modelo conceitual gerado.

Assim, o potencial semântico de uma dada ontologia é medido pelo modelo conceitual, e este está fundamentalmente relacionado com o compromisso ontológico passível de ser representado por este modelo, onde aspectos epistemológicos e ontológicos convivem. Nesta perspectiva, a abordagem epistemológica nos coloca diante de questões que visam responder sobre a natureza do conhecimento de um dado domínio, colocando o foco na discussão da relação entre conhecedor e o que pode ser conhecido. Já a abordagem ontológica pretende identificar qual é a forma e a natureza da realidade e, portanto, o que é que se pode saber sobre ela. Ambas as abordagens são temas de discussão desde os estudos filosóficos na Antiguidade Clássica, e também, como a literatura da Ciência da Informação tem evidenciado, estas questões já vem sendo tema de pesquisa de diversos estudiosos na atualidade (DOUSA, 2010; GNOLI e POLI, 2004).

A perspectiva epistemológica diz respeito à natureza do conhecimento, ou seja, a maneira como a realidade é percebida, medida e compreendida. Ela fornece bases teóricas para as ontologias, em especial as de fundamentação, e influenciam as escolhas que se encontram representadas nos conceitos nelas presentes.

“Ontologia não é epistemologia, mas tem uma relação complexa com a epistemologia. Ontologia versa primariamente sobre as entidades, relações e propriedades do mundo, as categorias de coisas. Epistemologia versa sobre as entidades percebidas do mundo e as que se acreditam existir, suas relações e propriedades, i.e., maneiras de conhecer ou verificar coisas.” (POLI e OBRST, 2009, p. 3)

Dessa forma, a perspectiva epistemológica é apoiada por crenças sobre a natureza da realidade e da verdade, que podem ser adotadas a partir de um acordo em um dado domínio, a partir de pressupostos ontológicos, ou seja, diferente da perspectiva epistemológica a perspectiva ontológica permitiria estabelecer quais classes de conceitos seriam admissíveis, suas relações e sua modelagem em relação a aspectos tais como existência no espaço e tempo.

## **5. Considerações Finais**

No espaço da biblioteconomia e documentação, o profissional da informação tem situado sua atuação em um espaço que se adequa através dos tempos, à dinâmica das necessidades de uso da informação, tendo, para isso, que se adequar a diversas Teorias de Representação. Nos tempos atuais, a web semântica se constitui em mais um novo cenário,

caracterizado por um grande volume de informações distribuídas, que, para serem recuperadas com maior precisão vão carecer de mecanismos mais semânticos de representação.

Neste trabalho pretendemos contribuir para minimizar um pouco a polêmica em torno do que é, ou melhor, do que é possível ser realizado com uma Web que nomeamos como semântica e quais ferramentas de representação e recuperação de informação devem ser utilizadas para os fins propostos visando à formação de profissionais preocupados com representação e recuperação de informações. Antes do advento da Web semântica o cenário informacional exigia do profissional de informação atributos como: conhecimento de um dado formalismo de representação; um dado conhecimento de processos e instrumentos informacional. Assim como uma dada estratégia de ensino e aprendizagem. Atualmente, outras estratégias de conhecimento e de ensino são requeridas que levem em conta formas de representação para que a máquina “entenda” o conteúdo a ser representado e isto exige novos modelos de representação. E foi nesta medida que a Ontologia de Fundamentação foi apresentada - como uma nova Teoria de Representação de domínios de conhecimento.

## 6. Referências

BERNERS-LEE, T; LASSILA, O.; HENDLER, J. The Semantic Web. **Scientific American**, v. 284, n.5, p.34-43, 2001.

BLISS, H.E. **The organization of knowledge and the system of the sciences**. Holt, New York, 1929.

BORGO, S. MASOLO, C. Foundational choices in DOLCE. **In: STAAB, S.; STUDER, R. (Ed.). Handbook on Ontologies**. 2. ed. Springer Verlag, p. 361-382, 2009.

BREITMAN, Karin. **Web Semântica: a internet do futuro**. Rio de Janeiro, LTC, 2005. 190p.

BRACHMAN, R.; LEVESQUE, H. **Knowledge Representation and Reasoning**. Morgan Kaufmann, San Francisco, California, USA, 2004.

CAMPOS, M. L. A. Modelização de domínios de conhecimento: uma investigação de princípios fundamentais. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 22-32, jan./abr. 2004.

CAMPOS, L. M. **Diretrizes para definição de recorte de domínio no reuso de ontologias biomédicas**: uma abordagem interdisciplinar baseada na análise do compromisso ontológico. Tese de Doutorado em Ciência da Informação. Convênio UFF/IBICT, 2011, 323p.

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

DAHLBERG, I. A referent-oriented analytical concept theory of interconcept. **International Classification**, Frankfurt, v. 5, n. 3, p. 142-150, 1978a.

DAHLBERG, I. **Ontical structures and universal classification**. Bangalore: Sarada Ranganathan Endowment, 1978b. 64 p.

DOUSA, T. M. The simple and the complex in E.C. Richardson's theory of classification: observations on an early KO model of the relationship between ontology and epistemology. **In: Paradigms and conceptual systems in knowledge organization**, p. 15-22, 2010.

FEIBLEMAN, J. K. Theory of Integrative Levels. **British Journal for the Philosophy of Science**, v. 5, n.17, p.59-66, 1954.

GANGEMI, A.; GUARINO, N.; MASOLO, C.; OLTRAMARI, A. Sweetening ontologies with Dolce. In: PROCEEDINGS OF THE 13TH INTERNATIONAL CONFERENCE – EKAW 2002, Lecture Notes in Artificial Intelligence, v. 2473, p. 166–181. Berlin: Springer, 2002.

GNOLI C. Categories and facets in integrative levels, **Axiomathes**, v.18, n. 2, p. 177-192, 2008.

GNOLI, C. **Naturalism vs. pragmatism in knowledge organization**. In: I. C. McIlwaine (ed.), Knowledge Organization and the Global Information Society: Proceedings of the Eighth International ISKO Conference, 13–16 July 2004, London, UK (pp. 263–268). Würzburg, Germany: Ergon Verlag, 2004.

GNOLI, C.; HJØRLAND B. Letter to the editor: Phylogenetic classification revisited, **Knowledge organization**, v. 36, n. 1, p. 78-79, 2009.

GNOLI, C.; POLI, R. **Levels of reality and levels of representation**. Knowledge Organization, v. 31, n.3, p. 151-160, 2004.

GOPINATH, M. & DAS, Pradip. Classification and representation of knowledge. Library science with a slant to documentation and information studies, v.34, n.2, p 85-90, 1997.

GRENON, P.; SMITH, B.; GOLDBERG, L. Biodynamic Ontology: Applying BFO in the Biomedical Domain, In: PROCEEDINGS OF THE WORKSHOP ON MEDICAL ONTOLOGIES, Rome, Italy, 2003.

GUIZZARDI, G.; WAGNER G.; HERRE H. On the foundations of UML as an ontology representation language, **Lecture Notes in Computer Science**, v. 3257, p. 47-62, 2004.

GUIZZARDI, G; WAGNER, G. **Some Applications of a Unified Foundational Ontology in Business Modeling**. Ontologies and Business Systems Analysis, Michael Rosemann and Peter Green (Eds.), IDEA Publisher, 2005.

GUIZZARDI, G. **CURSO: Ontology-Driven Conceptual Modeling** (Modelagem Conceitual Avançada Dirigida por Ontologias). II Seminário de Pesquisas em Ontologias no Brasil, IME, Rio de Janeiro, RJ, 2009. Disponível em: <<http://ontobra.comp.ime.eb.br/apresentacoes/curso2/>>. Acesso em 20 jun 2012.

GUIZZARDI, G. **Ontological foundations for structural conceptual models**. 416 f. Tese (PhD em Computer Science) – Twente University of Technology, Twente, Holanda, 2005.

GUIZZARDI, G. **On Ontology, ontologies, Conceptualizations, Modeling Languages, and (Meta) Models**. In: Olegas Vasilecas; Johan Edler; Albertas Caplinskas. (Org.). *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Databases and Information Systems IV*. Amsterdã: IOS Press, 2007.

GUIZZARDI, G.; FALBO, R. A.; GUIZZARDI, R. S. S. A importância de Ontologias de Fundamentação para a Engenharia de Ontologias de Domínio: o caso do domínio de Processos de Software. **IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS**, vol. 6, n. 3, jul. 2008.

HJØRLAND, B. Fundamentals of knowledge organization. **Knowledge Organization**, v. 30, n.2, p. 87-111, 2003.

NODINE, M.; FOWLER, J. On the Impact of Ontological Commitment. In: **Proceedings of The Workshop on Ontologies In Agent Systems**, Bologna, Italy, 2002.

OBO.ORG., **Portal da OBO Foundry**, 2012. Disponível em: <<http://www.geneontology.org>>, Acesso em: 24 jun. 2012.

POLI, R.; OBRST, L. The Interplay Between Ontology as Categorical Analysis and Ontology as Technology. in R. Poli, M. Healy, A. Kameas, eds., **TAO-Theory and Applications of Ontology**, Springer 2009.

RANGANATHAN, S. R. **Prolegomena to library classification**. Bombay: Asia Publishing House, 1967. 640 p.

RICHARDSON, E. C. **Classification: theoretical and practical**. New York: Charles Scribner's Sons, 1901.

SAYERS, B.W. **A Manual of Classification for Librarians and Bibliographers**. London: Grafton, 1955.

SMITH, B; CEUSTERS, W; KLAGGES, B; KOHLER, J; KUMAR, A; LOMAX, J; MUNGALL, C.J.; NEUHAUS, F.; RECTOR, A; ROSSE, C. Relations in Biomedical Ontologies. **Genome Biology**, v.6. n.46, 2005.

SMITH, B.; GRENON, P. The cornucopia of formal-ontological relations. **Dialectica**, v.58, n.3, p.279–296, 2004. Disponível em: < <http://ontology.buffalo.edu/smith/articles/cornucopia.pdf> >. Acesso em 14 jan. 2011.

VICKERY, B. C. Ontologies. **Journal of Information Science**, London, v. 23, n. 4, p. 227-286, 1997.

WILSON, T.D. The Work of the British Classification Research Group. In: WELLISCH, H. (ed.) **Subject retrieval in the seventies**. Westport:: Greeword Publishing Co, p. 62-71, 1972.