



TESAUROS CONCEITUAIS E ONTOLOGIAS DE FUNDAMENTAÇÃO: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS BASES TEÓRICO-METODOLÓGICAS UTILIZADAS EM SEUS MODELOS DE REPRESENTAÇÃO DE DOMÍNIOS

Jackson da Silva Medeiros, Maria Luiza de Almeida Campos

Resumo: O objetivo deste trabalho é estudar, através de análise comparativa, se as bases teóricas e metodológicas utilizadas na construção de tesauros conceituais podem contribuir para a elaboração de ontologias de fundamentação, evidenciando os elementos existentes em tesauros conceituais que devem ser observados na construção de uma ontologia de fundamentação. O estudo se baseia na análise das bases teóricas e metodológicas utilizadas na construção de modelos conceituais de tesauros conceituais, a Teoria do Conceito, de Ingetrout Dahlberg, e a Teoria da Classificação Facetada, de Shiyali Ramamrita Ranganathan, na Ciência da Informação, e de ontologias de fundamentação, a partir da *Unified Foundational Ontology* (UFO-A), desenvolvida por Giancarlo Guizzardi, a qual está baseada em princípios da Filosofia e das Ciências Cognitivas para construção de seu modelo conceitual baseado em objetos (*endurants*). Conclui-se que a Ciência da Informação dispõe de bases teóricas e metodológicas próprias para a construção de instrumentos terminológicos, como tesauros conceituais, o que constitui um arcabouço sólido de conhecimentos capaz de permitir que seja criada uma teoria independente sobre um domínio. As ontologias de fundamentação detêm fortes subsídios da Filosofia e das Ciências Cognitivas, permitindo que a estrutura real de um domínio seja representada de forma consistente, sendo a representação detentora de uma semântica baseada no mundo real, restringindo interpretações sobre seus conceitos. As ontologias de fundamentação permitem a construção de uma teoria sobre o domínio, possibilitando testar e validar um modelo conceitual. Entende-se que este estudo contribui para deixar explícito o maior número de diferenças do que semelhanças entre estes modelos e, conseqüentemente, entre os instrumentos em si.

Palavras-chave: Tesouro conceitual. Ontologia de fundamentação. Organização do conhecimento.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho, resultado de dissertação defendida junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade Federal Fluminense, objetiva a análise comparativa dos elementos constituintes dos formalismos de representação de modelos conceituais de construção de tesauros conceituais e ontologias de fundamentação.

Parte da noção de que a construção de modelos conceituais está diretamente ligada à representação do conhecimento e estes devem ser capazes de representar um contexto, sendo construídos a partir de processos que evitem qualquer tipo de ambigüidade, ressaltando objetos relevantes ao domínio, além de seus relacionamentos e atributos, e removendo da representação os objetos que não sejam importantes para sua consistência em relação à realidade.



Na Ciência da Informação, a representação de domínios do conhecimento é responsável pela organização e recuperação de conhecimento registrado. Com a necessidade cada vez maior de recuperação de informações de forma consistente, deve-se levar em conta os processos teóricos e metodológicos que permitem desenvolver modelos capazes de organizar e representar conhecimento.

A partir da constatação de questões referentes à organização e representação do conhecimento, a Ciência da Informação vem trabalhando questões teóricas e metodológicas capazes de fornecer bases para a construção de modelos conceituais e, conseqüentemente, sistemas de organização e representação do conhecimento – como os tesouros conceituais –, permitindo que modelos sejam organizados a partir de conceitos e categorias, garantindo a durabilidade do sistema ao comportar sua atualização. Isto está pautado em questões que tratam o conceito, a partir dos estudos de Ingtraut Dahlberg (1978a, 1978b), além de trabalhar com a categorização dos mesmos, baseados na Teoria da Classificação Facetada, de Shiyali Ramamrita Ranganathan (1967).

No que tange a Ciência da Computação, seu foco representacional é a possibilidade de realizar comunicação entre sistemas. Nos últimos anos, porém, houve investigações no sentido de permitir modelar parte de um domínio tendo como base teorias independentes, como as ontologias de fundamentação (GUIZZARDI, 2005), parecendo-nos importante para a elaboração de modelos conceituais, aplicando teorias filosóficas e cognitivas neste processo e fornecendo princípios ontológicos para classificação de conceitos.

Desta forma, visando atender aos objetivos acima expostos, este trabalho apresenta uma discussão sobre tesouros conceituais e ontologias de fundamentação visando identificar semelhanças e diferenças entre seus modelos conceituais.

2 TESAURO CONCEITUAL

O tesouro conceitual, como modelo de organização e representação do conhecimento, utiliza critérios das linguagens documentárias verbais aliadas a um sistema de classificação facetada. Com isso podemos dizer que é fruto de um método próprio para sua construção, levando em conta a Teoria da Classificação Facetada e a Teoria do Conceito. Isto posto, entendemos um tesouro conceitual como um tipo de tesouro que está baseado no conceito, como unidade representacional, e na categorização, como organizadora do conceito em um sistema de conceitos (CAMPOS; GOMES, 2008). Sabe-se que as questões relacionadas aos problemas do termo seguiam sendo enfrentadas na construção de tesouros até o final dos anos 1970, vindo a apresentar soluções, a partir dessa época, com a Teoria do Conceito (1978a), proposta por Ingtraut Dahlberg.

O tesouro conceitual é formado por uma parte alfabética, onde os termos são apresentados na forma alfabética com as especificações das relações existentes entre eles, e uma parte sistemática onde os conceitos se apresentam no modelo conceitual do tesouro conceitual. Além disso, esses tesouros se preocupam com o conteúdo conceitual dos termos, o que destaca a importância das definições de cada conceito.

Considera-se, assim, conceito como uma “unidade de conhecimento” (DAHLBERG, 1978a).



A Teoria do Conceito, apresentada por Ingetrout Dahlberg em 1978, permite maior compreensão do conceito, fornecendo “bases seguras tanto para o estabelecimento de relações, como para a sua realização no plano verbal, ou seja, a determinação do que se denomina termo” (CAMPOS, 2001b, p. 87). Em conjunto com a Teoria da Classificação Facetada, a Teoria do Conceito contribui “para a elaboração de tesouros conceituais porque estabelecem bases para identificação dos conceitos, dos termos e das relações entre eles, e, ainda, para sua ordenação sistemática” (CAMPOS; GOMES, 2006, p. 349).

Em síntese, os elementos do tesouro conceitual, que tem como bases teórico-metodológicas a Teoria do Conceito e a Teoria da Classificação Facetada, são: (a) categorias e classes, que estabelecem a ordenação lógica e hierárquica dos conceitos; (b) os conceitos, representados pelos termos; (c) relações entre os conceitos, ou seja, sua ligação; e (d) definições, que, bem constituídas, permitem posicionar um conceito em um sistema de conceitos.

Visando maior clareza quanto à explicitação destes elementos, eles serão apresentados a partir de agora na perspectiva de que sua organização estabeleça uma rede entre estes elementos.

Como já foi mencionado, o tesouro conceitual é formado por uma parte sistemática e uma parte alfabética. Para este trabalho, a parte sistemática desempenha função primordial, uma vez que é onde está situado o modelo de representação. Este modelo de representação é formado pelas teorias que vão suportar sua construção – Teoria da Classificação Facetada e Teoria do Conceito.

No tesouro conceitual, a Teoria da Classificação Facetada foi utilizada para fornecer diretrizes para a organização dos conceitos em um domínio, permitindo que o tesouro apresente os conceitos de forma sistemática, como uma estrutura conceitual. Nesta medida, apesar de não apresentar princípios gráficos de representação, esta teoria proporcionou um modo de apresentação mais estruturado do que uma simples lista alfabética.

A necessidade de organização de classes requer princípios para o seu estabelecimento, e Ranganathan, através de sua teoria, provê subsídios para que esta estruturação seja realizada. Deste modo, é importante observar alguns princípios para a classificação dos conceitos em um sistema hierárquico (CAMPOS; GOMES, 2008): (a) categorização: fornece regras para a apresentação sistemática a partir do pensar sobre um domínio, atuando de forma indutiva (*bottom-up*) para a criação das categorias gerais dos conceitos; (b) cânones: princípios para a organização de classes (por estar trabalhando com conceitos, atua no Plano Ideacional), atuando nas categorias; e (c) princípios: ordena as classes e os objetos.

Como método de organização é posta a formação de classes, e dentro destas, os renques e cadeias. Renques, também chamados de *arrays*, são subclasses em que seus conceitos têm uma característica em comum e que os subordinam a uma superclasse, criando uma série horizontal. Cadeias são séries verticais de conceitos onde cada conceito tem um atributo, uma característica a mais ou a menos, apresentando-se na forma vertical. Uma vez que Ranganathan estabelece renques e cadeias para uma estruturação classificatória, apresenta cânones que regem a criação dessas estruturas,



bem como as características e sua sucessão, além de regras para a sequência de filiação.

No que se refere ao conceito, unidade de representação nos tesouros conceituais, Dahlberg desenvolve seus estudos apoiada na área da Teoria Geral da Terminologia, apesar de propor definição diferenciada de Eugene Wüster sobre o conceito. Para a Teoria Geral da Terminologia e a norma ISO 704, um conceito é uma “unidade de pensamento”, ou ainda um “constructo mental”. Unidades de pensamento ou constructos mentais, como ressalta Dahlberg (1978b), apontam para a construção individualizada do conceito, dando a entender que esse esteja presente apenas na mente de cada indivíduo e seu compartilhamento seja impreciso, propondo, assim, que pensemos o conceito como “unidade de conhecimento”, esta sim podendo ser compartilhado por uma comunidade que estabelece um acordo sobre sua significação.

Conceitos podem ser individuais ou gerais. Para o entendimento destes, partimos dos objetos individuais e gerais. Objetos individuais são aqueles existentes, realmente, no tempo e no espaço, assim, são exclusivos e apresentam características que os distinguem dos demais. Os objetos gerais, por sua vez, estão situados fora do tempo e do espaço, podendo ser considerados como as generalizações dos objetos individuais.

A capacidade humana de realizar asserções sobre objetos permite que se crie enunciados sobre eles. É com base nos enunciados sobre objetos que podem ser elaborados conceitos. Neste ponto abordamos a questão dos elementos dos conceitos que, em sua composição a partir de afirmações verdadeiras, fornecem as características.

Características, segundo Dahlberg (1978b), são propriedades dos objetos, mas, importante ressaltar, ao nível dos conceitos. Podem ser descritos como atributos predicáveis de um objeto. Na formação do conceito são distintos dois tipos de características: (i) essenciais ou necessárias¹⁷ e (ii) acidentais.

Estas características dos conceitos serão utilizadas para a ordenação dos conceitos, sua definição e, em última instância, a determinação dos nomes dos conceitos. Assim, quando conceitos diversos possuírem características – de qualquer espécie – em comum, existe algum tipo de relação entre eles.

As relações são responsáveis pela ligação entre conceitos, permitindo que, através de uma rede conceitual criada seja possível identificar conceitos que possuem características em comum e/ou as compartilham com outros conceitos.

As relações entre conceitos, como distintas em Dahlberg (1978a, 1978b), podem ser divididas em relações quantitativas e qualitativas. A primeira busca comparar dois conceitos distintos de acordo com uma visão formal, ou seja, de acordo com a quantidade e similaridade de características dos conceitos. Assim, pode ser classificada da seguinte maneira: (i) identidade de características; (ii) inclusão de características; (iii) intersecção de características e; (iv) disjunção de características.

¹⁷ Características essenciais ou necessárias são aquelas que definem um conceito, ou seja, o diferem de qualquer outro conceito. Características acidentais não são características definidoras do conceito, ocorrendo neste sem influenciar em sua definição.



A primeira observa-se as características existentes em dois conceitos são idênticas. Na segunda, as características de um conceito aparecem em sua totalidade nas características de outro conceito. Na terceira existe a sobreposição de características. Na relação de disjunção de características, por fim, as características entre conceitos são completamente diferentes.

Já as relações qualitativas permitem que sejam observados os aspectos formais e materiais dos conceitos, constituindo o sistema de conceitos (CAMPOS, 2001a). Esses tipos de relações podem ser divididas em: (i) formal/categorial; (ii) material/paradigmática e; (iii) funcional-sintagmática.

A relação formal/categorial depende do item de referência escolhido e é baseada no processo de categorização do mesmo, isto é, constitui as categorias de um domínio (DAHLBERG, 1978b) ou, nas palavras de Campos (2001a), “a partir da análise do conceito as características essenciais levam à mesma categoria”.

A noção de categorias é abordada na Teoria do Conceito sob dois enfoques: primeiramente como um recurso para o entendimento da natureza dos conceitos analisados; em segundo lugar, categorias permitem a formação de estruturas conceituais. Ambos os enfoques não são mutuamente exclusivos na visão de Dahlberg, sendo vistos como complementares. Desse modo “[...] categorias têm uma capacidade de estruturação: não apenas estruturar todos nossos elementos de conhecimento e unidades de conhecimento, elas fornecem, ao mesmo tempo, através deste meio, o esqueleto, os ossos e os tendões para a estruturação de todo nosso conhecimento”. (DAHLBERG, 1978a, p. 34).

A relação material-paradigmática depende da categoria fundamental do objeto do conceito, ou seja, organiza os conceitos dentro de determinada categoria. Pode ser subdividida em (i) relação hierárquica, (ii) relação de partição e (iii) relação de oposição.

A relação hierárquica existe quando dois conceitos apresentam características iguais, sendo que um dos conceitos possui uma ou mais características diferenciáveis, ou seja, está “baseada na relação lógica de implicação”. Esta pode ser subdividida em outros dois tipos de relações hierárquicas, relação gênero/espécie ou abstração/especificação e relação lateral (relação renque ou horizontal)¹⁸. A relação partitiva é existente entre o todo e suas partes, onde o último também pode ter partes e as partes podem ser relatadas em cada outra parte. Assim sendo, o conceito de todo pode incluir suas próprias características e características de suas partes. A relação de oposição mostra contrariedade entre os conceitos, ou seja, se características de certos conceitos expressam uma relação de oposição, a relação pode ser transferida para estes conceitos. A relação funcional-sintagmática – onde estão colocadas as relações associativas – permite que algumas características possam ser identificadas, a partir de processos ou operações. São exemplos: instrumentalidade, condição, co-ocorrência, lugar, causalidade, modalidade, resultado, tempo, finalidade, potencialidade, etc. (DAHLBERG, 1978b).

Ressalta-se aqui a importância das questões sobre definição, pois os tesouros conceituais se

18 A relação gênero/espécie cria, como o próprio nome leva a considerar, conceitos genéricos e específicos, ou seja, conceitos amplos e restritos, respectivamente. A relação lateral cria conceitos na forma de renque, ocorrendo quando dois ou mais conceitos possuem as mesmas características, mas diferem em uma característica que seu termo genérico não possui e compartilha (DAHLBERG, 1978b).



preocupam com o conteúdo conceitual dos elementos de um domínio. Assim, é válido ressaltar sua importância, uma vez que a construção de um tesouro conceitual depende do estabelecimento de definições e explicações bem constituídas sobre os conceitos, possibilitando a classificação clara e objetiva dos conceitos ali existentes. Isto, segundo Campos (2001a), possibilita uma ordenação sistemática consistente de conceitos, permitindo, além de um entendimento objetivo do conceito, melhor relacioná-lo com outros conceitos.

As definições proporcionam, segundo Dahlberg (1978a), o correto e preciso uso do conceito e seus termos nos discursos a partir do conhecimento sobre o que ele é e qual sua intensão, ou seja, é a soma das características do conceito, e é representada pelos termos.

3 ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

As ontologias de fundamentação são desenvolvidas para fornecer subsídios para a criação de modelos conceituais independentes de domínio, estando baseadas em categorias ontológicas, como objetos, processos, eventos, entidades sociais, tempo, espaço, propriedades, relações, fases, papéis, situações, entre outras. A ideia é que, a partir do uso de categorias, essas ontologias forneçam uma estrutura axiomatizada e, por assim dizer, restritiva para o desenvolvimento de outras ontologias baseadas na modelagem conceitual.

Guizzardi (2005), no entanto, relata que a literatura apresenta debate sobre o significado das categorias a serem utilizadas em modelagem conceitual, e propõe uma teoria, pautada na Filosofia e nas Ciências Cognitivas, em que os universais sejam definidos para modelagem conceitual. Essa teoria seria organizada em uma estrutura taxonômica elaborada de acordo com a tipologia dos universais, combinadas às restrições impostas por axiomas.

A construção de uma ontologia de fundamentação é apresentada e discutida exaustivamente a partir da proposta de uma teoria – que, por sua vez, engloba diferentes teorias –, em Guizzardi (2005). Em sua tese de doutorado, Guizzardi apresenta a construção de uma ontologia de fundamentação, denominada *Unified Foundational Ontology* (UFO), para o apoio a modelagem conceitual. Esta ontologia é dividida em três fragmentos: (i) UFO-A, responsável por modelar objetos (*endurants*) e suas propriedades; (ii) UFO-B, que diz respeito aos eventos (*perdurants*); e (iii) UFO-C, que identifica entidades sociais e intensionais. A partir destes elementos que, em essência, constituem-se na divisão geral de categorias nestes fragmentos do modelo, como consta na literatura, buscam agrupar conceitos e categorias gerais que, apoiados por uma ontologia de fundamentação, subsidiam a modelagem conceitual.

A distinção entre objetos e processos, para fins deste trabalho será evidenciada. Basicamente, *endurant* (também chamado de *thing* e *continuant*) são as coisas, os objetos, suas propriedades; *perdurants* são os eventos, processos, etc. Pelas propriedades inerentes aos objetos (no caso dos *endurants*) e dos eventos (no caso dos *perdurants*), pode-se notar que a questão da permanência de identidade ao longo do tempo é o foco de distinção desses conceitos. Guizzardi (2005) diz que no caso



dos *endurants*, eles “são no tempo”, enquanto no caso dos *perdurants*, eles “acontecem no tempo”.

Neste estudo, trabalharemos especificamente com a UFO-A, detalhada em Guizzardi (2005), sendo esta pautada em objetos (*endurants*), a fim de evidenciar nossa comparação entre os elementos que constituem os formalismos dos modelos de representação tanto de tesouros conceituais como de ontologias de fundamentação.

A partir de agora serão apresentados os elementos, as categorias presentes nesta ontologia de fundamentação, tomando por base o trabalho *Ontological foundations for structural conceptual models* de Guizzardi (2005). Visto a razoável complexidade que a abordagem de modelagem fornecida pela UFO-A apresenta, advinda, principalmente, de noções filosóficas, ressaltamos que estes pontos serão tratados de forma resumida ao longo da seção, visando elucidar os elementos da ontologia de fundamentação.

Uma vez que a UFO-A é uma ontologia que pretende fornecer maior nível semântico do mundo para a modelagem conceitual de dado domínio de conhecimento, aborda questões como (a) noções de tipos e suas instâncias; (b) objetos, e suas propriedades intrínsecas; (c) a relação entre identidade e classificação; (d) distinções entre tipos e suas relações; (e) relações parte-todo (GUIZZARDI, 2005), além de possuir elementos como classes, propriedades, relacionamentos e regras.

Devemos, inicialmente, esclarecer que a UFO-A faz um primeiro recorte entre os objetos distinguindo-os em *universals* e *individuals*. *Universals* são entidades que comportam um conjunto de características seguindo padrões gerais, agrupando diferentes *individuals* e, por consequência, apresentando instâncias. *Individuals*, por sua vez, dizem respeito a coisas, entidades que existem e mantêm identidade única, ou seja, são as instâncias. Para melhor explicação dos elementos da UFO-A, estes serão apresentados a partir de sua classificação proposta na estrutura taxonômica da ontologia de fundamentação, ou seja, em *universals* e *individuals*.

Antes, porém, é importante apresentar algumas noções filosóficas básicas como *identidade*, *rigidez* e *dependência*, visando melhor compreensão dos elementos da UFO-A, uma vez que estas noções são de importância ímpar na identificação de entidades em um domínio.

Identidade é a propriedade determinante do objeto, a especificação do que a coisa realmente é, ou seja, ao analisar duas entidades, as quais exibem propriedades diferenciadas, diz se estas podem ser consideradas como sendo as mesmas. A noção de *rigidez* diz que uma coisa é rígida quando ao longo do tempo é aplicável a todas as instâncias que dela derivam. Em outras palavras, *rigidez* diz que uma coisa é realmente aquela coisa em qualquer mundo possível. *Dependência* vai existir, como o próprio nome denota, a partir da existência de uma coisa estar condicionada à existência de outra (GUIZZARDI, 2005).

A noção de *dependência* pode compreender a seguinte forma: *universals* e *individuals* que necessitam de outras entidades para existir são chamados *moments*. De modo inverso, *universals* e *individuals* que não dependem de outras entidades são conhecidos como *substantials*. Exemplos de *moment individuals* são: uma cor, uma carga elétrica e um sintoma e exemplos de *substantial*



individuals são: uma mesa, uma pessoa, uma cadeira.

A relação de *dependência* pode ser utilizada, em conjunto com a relação de *inerência* – por exemplo, a *inerência* “cola” a carga em um condutor específico – para diferenciar *intrinsic moments* e *relational moments (relators)*. O primeiro depende de um único individual, como uma cor, uma dor de cabeça. O segundo tem sua existência condicionada à existência de duas ou mais entidades, como, por exemplo, um casamento, um aperto de mão, um beijo.

Uma abordagem para modelagem da relação existente entre *intrinsic moments* e suas representações em estruturas cognitivas humanas é apresentada na teoria dos espaços conceituais, proposta por Gardenfors (2004), sendo esta teoria baseada na noção de *quality structure*. A ideia é que, de modo geral, em vários *moment universals* perceptíveis ou imagináveis há uma estrutura de qualidade associados na cognição humana. Por exemplo, altura está associada a uma estrutura unidimensional com ponto zero e contagem não negativa. Outras propriedades, como cor e sabor estão relacionadas a estruturas multidimensionais. Este ponto exato percebido pode ser representado em uma *quality structure* é nomeado *quale*. Essas estruturas são exemplos de *abstract particulars (moments)* (GUIZZARDI, 2005).

Tendo mostrado como a UFO-A trata *individuals*, passamos agora a descrever *universals* nesta ontologia de fundamentação.

Universals podem ser classificados em *substantial universal* ou *moment universal*. Um *substantial*, como já foi abordado acima, é uma entidade que mantém sua identidade no tempo, sendo existencialmente independente de qualquer outra entidade. Um *moment*, ao contrário, não é parte da essência do objeto, assim, pode apenas existir a partir da existência (dependência) de outra entidade. Os *substantial universals* podem ser classificados em *sortal universals* ou *mixin universals*.

Sortal universal é uma entidade que carrega um princípio de identidade para suas instâncias, permitindo observar se duas entidades são as mesmas a partir de características fornecidas. *Mixin universal*, por sua vez, agrega conceitos de diferentes características e identidades. Com isso, entendemos que estes conceitos podem ser considerados classes que agregam entidades, ainda que de essência diferenciada (GUIZZARDI, 2005).

Neste ponto é importante rever a noção de *rigidez*, para então compreender *anti-rigidez* e *não-rigidez*. Em relação a um *substantial universal*, dizemos que ele é *rígido* quando uma entidade classificada dentro dele é uma instância durante todo tempo em que o *substantial universal* existir, independente do mundo a que é aplicado. Um *substantial universal* é *anti-rígido* se a entidade instanciada a ele puder deixar de existir ao longo de sua existência, assim, não é aplicável a totalidade de instâncias do *universal*. Já o *substantial universal não-rígido* será aplicável a pelo menos uma de suas instâncias. *Rigid sortals* são o *kind* e o *subkind*. *Anti-rigid sortals* são o *phase* e o *role*. *Rigid mixin* é o *category*. E *non-rigid mixin* são o *rolemixin* e o *mixin*.

Kind representa um *sortal substantial* que fornece um princípio de identidade para suas instâncias, sendo responsáveis pela estruturação da taxonomia representante do domínio. *Kinds*



podem ser especializados em outros subtipos *rígidos* que herdam o princípio de identidade e são chamados *subkinds*¹⁹.

Phase e *role* são *sortals* anti-rígidos. *Phases* são constituídos de partes temporais ou são representados em determinado mundo, caracterizando-se, como o próprio termo indica, uma fase passageira de um *universal*. *Role* é um processo, função executada por uma entidade em determinado contexto ou por um período de tempo. É exemplo de *phase* a adolescência e de *role* ser empregado.

Category é um *rigid mixin*. Esta categoria engloba entidades de espécies diferentes, com características essenciais em comum.

Rolemixins são constituídos por propriedades comuns abstraídas de papéis. Um *mixin* agrega propriedades que são essenciais para algumas instâncias e acidentais para outras. Por exemplo, ter a propriedade de ser “sentável” é um *mixin*, visto que esta pode ser uma característica tanto de uma cadeira quanto de uma caixa sólida.

Para que possam existir ligações entre as categorias há relações a serem descritas. As relações entre entidades são também consideradas entidades, podendo ocorrer de duas formas: *relações formais* (*formal relations*) e *relações materiais* (*material relations*). Nas relações formais a relação entre entidades é direta, ou seja, não possui intermediário, sendo representada pelas relações como instanciação, parte-todo, membros, associação, etc. Como relações formais podem ser incluídas, também, as relações de comparação, como maior que, mais alto que, passando a se chamar relações formais comparativas. Já as relações materiais mantêm uma entidade (*relator*) como intermediária, sendo ele um individual que permite conectar entidades.

Como buscamos mostrar, a complexidade que envolve o modelo da ontologia de fundamentação UFO-A nos permite compreender categorias gerais independentes de domínio para modelagem. Tal complexidade ocorre devido ao fato da ontologia de fundamentação buscar a representação de um modelo dinâmico de domínio e, para isto, possuir um arcabouço de conceitos que visam expressar uma realidade da forma mais fiel possível.

4 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS MODELOS CONCEITUAIS DE TESAUROS CONCEITUAIS E ONTOLOGIAS DE FUNDAMENTAÇÃO

O método comparativo visa permitir a utilização da comparação como um procedimento sistemático e organizado onde é possível estabelecer relações, semelhanças e diferenças entre objetos ou fenômenos, com a finalidade de concluir algo, sendo a análise dos objetos adaptáveis a cada caso de pesquisa, sem fuga do objeto em favor de qualquer rigidez estabelecida pelo método de trabalho escolhido. Estamos, nesse sentido, privilegiando o processo (comparativo) mais do que o modelo em si. Isso permite evidenciar aspectos que ocorrem mutuamente nos dois modelos, sem, no entanto, deixar de apresentar nosso entendimento sobre os atributos que aparecem em apenas um ou outro.

Realizou-se, deste modo, a análise comparativa a partir da observação dos elementos dos

¹⁹ Em modelagem conceitual, *subkind* é, geralmente, suprimido, sendo utilizado *kind*.



modelos conceituais dos instrumentos, com base no que consideramos um modelo de observação de princípios construído por Campos (2004) – *Modelização de domínios de conhecimento: uma investigação de princípios fundamentais* –, com base em elementos que constituem: (a) o método de raciocínio; (b) o objeto de representação; (c) as relações entre os objetos e; (d) as formas de representação gráfica.

A utilização deste modelo de observação de elementos advém da ideia da agregação de modos de pensar a representação de domínios, possibilitando tomar uma “postura teórico-metodológica que dê condições ao modelizador de ultrapassar modelos específicos de representação e pensar nos princípios subjacentes ao processo de modelização” (CAMPOS, 2004, p. 25). Constatamos, observando o modelo de agregação proposto por Campos (2004), que sua estrutura nos parece capaz de compreender os elementos passíveis de comparação neste estudo, abarcando elementos da Ciência da Informação e da Ciência da Computação na construção de tesouros conceituais e ontologias de fundamentação²⁰, respectivamente.

O método de raciocínio pretende compreender a sistematização utilizada de *como olhar o domínio*, compreendendo a construção de modelos a partir dos métodos dedutivo e/ou indutivo. O objeto de representação, por sua vez, é considerado, em geral, como a menor unidade de manipulação/representação de um dado contexto. As relações entre os objetos permitem que seja observada a estrutura do contexto em que os objetos estão inseridos, sendo possível identificar tipos de relações e como elas ocorrem nas relações entre os objetos. As formas de representação gráfica, por fim, permitem que o modelo conceitual seja visto como um espaço comunicacional em que transpomos o mundo fenomenal para um espaço de representação.

4.1 Elementos comparáveis entre os modelos conceituais do tesouro conceitual e da ontologia de fundamentação: o método de raciocínio, o objeto de representação, as relações entre os objetos e as formas de representação gráfica

No que diz respeito ao **método de raciocínio**, a construção de tesouros conceituais conta, basicamente, com o aporte de duas teorias na Ciência da Informação: a Teoria da Classificação Facetada e a Teoria do Conceito. Como visto anteriormente, a Teoria da Classificação Facetada visa o estabelecimento de categorias gerais a partir do olhar sobre um domínio, deixando a compreensão dos objetos que as constituem para um momento posterior. A Teoria do Conceito, por outro lado, compreende um modo analítico-sintético de conhecer o domínio, sendo “uma metodologia híbrida [...] agregando [o método dedutivo e indutivo] em um exercício de pensar o particular como um todo e o todo possuindo particulares” (CAMPOS, 2004).

²⁰ Cabe lembrar, apenas para fins de esclarecimento, que a ontologia de fundamentação está plenamente baseada na ontologia formal, esta analisada por Campos (2004).



A ontologia de fundamentação se utiliza da indução como método de raciocínio, ou seja, parte da observação dos objetos no mundo (particulares/individuais) para chegar aos universais. Deste modo, apesar de possuir princípios para descrição de metaníveis de objetos em um domínio (universais), não utiliza esta classificação como um mecanismo inicial para a organização dos objetos em um contexto (CAMPOS, 2004, p. 26). Isto permite que a observação dos elementos evidencie uma estrutura conceitual que revele a real constituição dos mesmos bem como suas relações, já que a partir de uma perspectiva filosófica realista o modelo conceitual gerado é um modelo da realidade.

No que se refere ao **objeto de representação**, ele é a menor unidade de representação de um contexto. A Ciência da Informação, a partir da Teoria do Conceito, admite a existência de conceitos propriamente ditos, sendo este composto pelo referente – o objeto –, suas características e um nome que o designa. Na Ciência da Computação, a partir da ontologia formal, os objetos, ou particulares, são classificados como *endurants* (contínuos) ou *perdurants* (ocorrentes). Os *endurants* são objetos/entidades, enquanto o *perdurants* são eventos/ações. Apesar dos tesouros conceituais não possuírem tal classificação, os conceitos que os constituem são também objetos/entidades, eventos/ações, entre outras categorias de conceitos.

Para a construção de tesouros conceituais, a Ciência da Informação trata o conceito como unidade de representação, sendo composto pelo referente, suas características predicadas e um nome ou termo. Este referente é um objeto no mundo, alguma coisa que realmente existe, sendo classificado como objeto geral ou individual. Note-se que no tesouro conceitual o objeto que se conceitua é o objeto geral, embora o conhecimento conceitual do objeto geral possa ser obtido através da análise de objetos individuais. É importante lembrar que a norma ANSI/NISO (2005) contempla a relação de instanciação. Ora, a referida norma designa um tipo de entidade que pode ser representada em tesouros conceituais, a instância (objeto individual, em Dahlberg).

A ontologia de fundamentação está pautada no trabalhar com objetos de representação a partir de uma visão Aristotélica de mundo, estabelecendo a existência de categorias gerais que podem ser usadas de forma a estruturar modelos da realidade, sendo, assim, passíveis de representação. Deste modo, o modelo formal construído permite o “raciocínio” sobre estes elementos e a representação da ontologia de fundamentação deve começar a partir de sua distinção ontológica dos elementos que serão representados.

No que tange às **relações entre objetos**, para a construção de modelos conceituais de tesouros conceituais, os conceitos estão relacionados entre si porque existem características comuns entre eles. As características são, assim, essenciais para a construção de relações e o posicionamento do conceito em um sistema de conceitos. Essas características permitem que seja observada a essência do conceito, uma vez que a descrição de características essenciais de um objeto permite sua identificação conceitual, formando, como ressalta Campos (2004), a estrutura conceitual do contexto.

As relações existem tanto em tesouros conceituais quanto em ontologias de fundamentação. Aqui esboçaremos um comparativo de forma a caracterizar as relações existentes em tesouros



conceituais que também são previstas em ontologias de fundamentação, sem, no entanto, deixar de perceber que as relações existentes em ontologias de fundamentação são de uma variedade extremamente maior. As relações propostas por Campos (2004) para a modelagem de domínios de conhecimento utilizadas em tesouros conceituais que podem apresentar semelhança com relações na ontologia de fundamentação são: (a) relação categorial; (b) relação hierárquica; (c) relação partitiva e; (d) relação funcional-sintagmática²¹.

Chegando, por fim, às **formas de representação**, pode-se verificar que a Ciência da Informação destina teorias e metodologias consistentes e utilizadas desde muito tempo para a modelagem de domínios, mas as possibilidades de manifestações gráficas são pouco desenvolvidas. A ontologia de fundamentação, em específico no caso deste trabalho a UFO-A, tem explorando o ferramental tecnológico para constituição taxonômica de elementos que compõem um domínio, desenvolvendo aparatos capazes de projetar visualmente a constituição do domínio²².

4.2 Elementos não comparáveis entre os modelos conceituais do tesouro conceitual e da ontologia de fundamentação

Nesta seção apresentaremos os elementos não comparáveis entre os modelos conceituais apresentados, os quais serão divididos pelos instrumentos, a saber: tesouro conceitual e ontologia de fundamentação.

4.2.1 Tesouro conceitual

Como foi explicitado anteriormente, os elementos que constituem o tesouro conceitual são: (a) categorias e classes; (b) conceitos; (c) relações e; (d) definições. As categorias e classes são responsáveis pela estruturação do domínio, os conceitos como objeto de representação e as relações indicam as ligações entre os elementos do domínio.

Entende-se que o principal elemento do tesouro conceitual que deveria ser observado com maior cuidado na construção de ontologias é a definição. No entanto, como ressalta Campos (2010), as abordagens teórico-metodológicas para a construção de ontologias ainda ficam aquém do ideal de utilização, haja vista que não contemplam de forma satisfatória a identificação de conceitos e suas relações, tampouco o estabelecimento de definições sobre os conceitos.

A importância da definição está na evidência de características dos conceitos, possibilitando seu posicionamento em um sistema de conceitos. Isto se consegue através da manifestação de características do objeto e sua função em um contexto, bem como na evidência do que o objeto

21 Devido à extensão do desenrolar sobre o tópico de relações existentes, e o espaço máximo destinado para este trabalho, optamos apenas por citar os relacionamentos existentes. A versão completa pode ser consultada em Medeiros (2011).

22 Uma vez que nosso intuito é estabelecer os elementos existentes nos modelos conceituais dos instrumentos analisados, não cabe analisar a forma de representação gráfica desenvolvida por uma ou outra área, mas compreender que a Ciência da Computação, a partir da utilização de seu arcabouço de tecnologia da informação, está largos passos à frente da Ciência da Informação neste processo de desenvolvimento.



realmente é, ou seja, sua natureza.

É necessária a explicitação de características que indiquem o gênero mais próximo e a diferença específica do conceito, seus componentes ou etapas e sua aplicação em contexto. Deste modo, podemos conceder à definição bem elaborada de objetos presentes em tesouros conceituais um *status* de fundamental importância que deve ser trabalhada na construção de ontologias, estabelecendo, como menciona Dahlberg (1983), as unidades de conhecimento e explicitando características necessárias através de predicções de um referente.

Deste modo, segundo Dahlberg (1983), a definição de conceitos envolve: (a) referentes dos conceitos; (b) a(s) categoria(s) qual(is) pertence(m) um conceito; e (c) a expressão verbal adequada a certo número de usuários. Deve-se, então, para conhecer o conceito, relacionar enunciados sobre os conceitos, identificando suas características. As informações sobre categoria(s) identificam os gêneros a que o conceito pertence, sendo, por último, importante conhecer a expressão verbal a ser utilizada.

4.2.2 Ontologia de fundamentação

Uma ontologia de fundamentação compreende o fornecimento de um nível semântico superior para a modelagem de um domínio. Assim sendo, trata da concepção filosófica empregada para a representação do domínio em questão e, como anteriormente observado, lida com questões como (a) a relação entre identidade e classificação; (b) noções de tipos e suas instâncias; (c) objetos, e suas propriedades intrínsecas; (d) distinções entre tipos e suas relações; (e) relações parte-todo, bem como classes, propriedades, relacionamentos, valores e regras.

A ontologia de fundamentação, por sua natureza filosófica, detém conceitos explícitos desta disciplina, como identidade, rigidez e dependência, por exemplo, enquanto, na construção de tesouros conceituais, conceitos semelhantes estão implícitos na construção das Teorias do Conceito e da Classificação, funcionando como uma organização hierárquica de estruturas conceituais em tesouros e ontologias, respectivamente.

A estruturação taxonômica dos conceitos utilizados para a construção de uma ontologia a partir da abordagem adotada pela UFO-A indica a relação entre os tipos de elementos que ela descreve. Esta noção nos permite ter controle sobre a superordenação/subordinação das entidades após sua análise ontológica. Por exemplo: um *phase* será sempre um *sortal* anti-rígido, não podendo um *kind*, o qual é um *sortal* rígido, estar subordinado a ele.

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. Assim, diferentemente do tesouro conceitual, o qual agrega os



conceitos independentemente de sua natureza, seja objeto ou processo, em um mesmo contexto, a ontologia de fundamentação parte *a priori* da identificação da natureza destes conceitos em contextos diferenciados.

A ontologia de fundamentação dispõe de uma gama muito maior de tipos de relações entre os objetos. Como supracitado, basicamente existem dois tipos de relações na ontologia de fundamentação: *formal* e *material*. As relações formais, estabelecendo ligação direta entre entidades, permitem que seja utilizada uma grande variedade de relações sem o uso de entidades intermediárias, abrindo um leque de relações como instanciação, parte-todo, membros, associação, comparação (como maior que, mais alto que, entre outras). Para a ocorrência de relações materiais há a necessidade de existir uma entidade intermediária, um conectivo, o qual possibilita atribuir propriedades à entidade, aferindo mais qualidade na modelagem conceitual realizada. Podemos notar que grande parte destas relações não estão inseridas no âmbito das relações formal-categorial, material-paradigmática, parte-todo, opositiva, instanciação ou de equivalência, mas na relação funcional-sintagmática, a qual diz respeito às relações associativas existentes em tesouros conceituais.

A questão tecnológica, como já assinalada, é uma das grandes diferenciações entre tesouros (conceituais) e ontologias (de fundamentação). Ao representar o conhecimento e codificá-lo em uma linguagem que permita a leitura realizada por máquinas, as representações são feitas através de proposições lógicas, ou seja, os conteúdos das informações têm essência declarativa.

Estas proposições são apresentadas na forma de axiomas, responsáveis pela possibilidade da realização de inferências com base nas proposições lógicas estabelecidas. Além da estrutura taxonômica, a qual é responsável pelo mapa estrutural do domínio coberto pela ontologia, os axiomas são essenciais à construção do instrumento. O detalhamento e a complexidade dos axiomas são necessários para que as respostas oferecidas pelo sistema sejam confiáveis e baseadas no compromisso ontológico estabelecido.

Para que a comunicação entre máquinas ocorra de forma a permitir o entendimento entre elas, uma vez que não possuem o aparato de construção mental próprio dos seres humanos, é necessário que sejam construídos modelos parciais da realidade, operando com base em modelos formais (matemáticos) e permitindo o raciocínio a partir destes. A ontologia, nesse sentido, é um modelo formal de uma determinada porção da realidade, sendo um artefato de tecnologia que permite organizar e representar um domínio de conhecimento a partir dos conceitos, relações, definições, ou seja, modelar um domínio de conhecimento, criando uma teoria de raciocínio sobre um domínio.

4 CONCLUSÕES

Nota-se que a Ciência da Informação dispõe de bases teóricas e metodológicas próprias para a construção de instrumentos terminológicos, como tesouros conceituais, o que constitui um arcabouço sólido de conhecimentos, capaz de permitir que seja criada uma teoria independente sobre um domínio. Este arcabouço está posto na Teoria do Conceito, a qual permite perceber o domínio a partir



de uma análise analítico-sintética, e na Teoria da Classificação Facetada, a qual permite estabelecer categorias gerais de domínio, bem como regras para que isso seja feito de forma válida.

As ontologias de fundamentação detêm forte fundamentação da Filosofia e das Ciências Cognitivas, 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, um tesouro, como uma representação conceitual da estrutura de um domínio de conhecimento, tem sua organização semântica dada através de relacionamentos e da restrição dos significados dos termos, fazendo com que estes sejam utilizados de forma unívoca. As ontologias, por outro lado, oriundas da engenharia informática e tendo por base a ontologia formal filosófica, apresentam relações de maior variedade, também permitindo a representação de determinado domínio. Esta representação é definida formalmente, sendo possível observar a estrutura conceitual (hierarquia) do domínio e receber respostas do sistema a partir de um esquema de inferências.

Nossa visão é que este estudo contribui para deixar explícito o maior número de diferenças do que semelhanças entre estes modelos e, conseqüentemente, entre os instrumentos em si. Esta diferença nos parece perceptível já na concepção dos mesmos, uma vez que o tesouro visa o controle terminológico que permite a tradução da linguagem exposta em documentos em uma linguagem artificial, e vice-versa, enquanto a ontologia objetiva ser um artefato tecnológico que contém um conjunto de regras que delimitam o significado intensional de um vocabulário formal, permitindo que, a partir de um acordo ontológico, conhecimento existente em um domínio possa ser representado, compartilhado e inferido.

Abstract: The aim of this work is, through comparative analysis, to verify if the theoretical and methodological bases used in the construction of conceptual thesauri can contribute to the conceptual development of foundational ontologies, pointing out the existing conceptual thesauri elements that must be observed in the foundational ontology construction. The study is based on the analysis of theoretical and methodological bases used in the construction of conceptual models of conceptual thesaurus, the Concept Theory of Ingetraut Dahlberg, Faceted Classification Theory of Shiyali Ramamrita Ranganathan, in Library and Information Science, and foundational ontologies, from the Unified Foundational Ontology (UFO-A), developed by Giancarlo Guizzardi, which is based on principles of Philosophy and Cognitive Sciences to build its conceptual model based on objects (*endurants*). It is concluded that Library and Information Science has theoretical and methodological bases to build terminological instruments, like conceptual thesaurus, which constitutes a solid knowledge framework that can be created to allow an independent theory about a domain. The foundational ontologies have strong subsidies from Philosophy and Cognitive Sciences, allowing the real structure of a domain is represented in a consistent manner, being the holder of a semantic



representation based on the real world, restricting their interpretations of concepts. The foundational ontologies allow the construction of a theory about the field, allowing to test and validate a conceptual model. It is understood that this study helps to make explicit the largest number of differences than similarities between these models and, consequently, between the instruments themselves.

Keywords: Conceptual thesaurus. Foundational ontology. Knowledge organization.

REFERÊNCIAS

- CAMPOS, M. L. A. **A organização de unidades do conhecimento em hiperdocumentos: o modelo conceitual como um espaço comunicacional para realização da autoria.** 2001a. 186 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – IBICT/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
- CAMPOS, M. L. A. **Linguagem documentária: teorias que fundamentam sua elaboração.** Niterói: EdUFF, 2001b. 133 p.
- CAMPOS, M. L. A. Modelização de domínios de conhecimento: uma investigação de princípios fundamentais. **Ciência da Informação**, v. 33, n. 1, p. 22-32, jan./abr. 2004.
- CAMPOS, M. L.; GOMES, H. E. Metodologia de elaboração de tesouro conceitual: a categorização como princípio norteador. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 11, n. 3, p. 348-359, set./dez. 2006.
- CAMPOS, M. L. A.; GOMES, H. E. Taxonomia e classificação: o princípio de categorização. **DataGramaZero**, v. 9, n. 4, ago. 2008. Disponível em: <http://www.dgz.org.br/ago08/Art_01.htm>. Acesso em: 3 jun. 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.
- DAHLBERG, I. **Terminological definitions: characteristics and demands.** In: PROBLÈMES de la définition et de la synonymie en terminologie. Québec: Girsterm, 1983. p. 13-51.
- GARDENFORS, P. How to make the semantic web more semantic. 3., INTERNATIONAL CONFERENCE ON FORMAL ONTOLOGY IN INFORMATION SYSTEMS (FOIS), 2004. **Proceedings...** Torino, Italy, 2004.
- GUIZZARDI, G. **Ontological foundations for structural conceptual models.** 416 f. Tese (PhD em Computer Science) – Twente University of Technology, Twente, Holanda, 2005.
- MEDEIROS, J. S. **Tesauros conceituais e ontologias de fundamentação: análise comparativa entre as bases teórico-metodológicas utilizadas em seus modelos de representação de domínios.** 2011. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – UFF, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011.
- RANGANATHAN, S. R. **Prolegomena to library classification.** Bombay: Asia Publishing House, 1967. 640 p.