

**TESAUROS CONCEITUAIS E ONTOLOGIAS
DE FUNDAMENTAÇÃO: ABORDAGEM
COMPARATIVA ENTRE MODELOS
CONCEITUAIS**

Jackson da Silva Medeiros

**TESAUROS CONCEITUAIS E ONTOLOGIAS
DE FUNDAMENTAÇÃO: ABORDAGEM
COMPARATIVA ENTRE MODELOS
CONCEITUAIS**



São Paulo – 2012

Copyright © Jackson da Silva Medeiros

Projeto Gráfico:

Editora Ixtlan

Arte e Diagramação:

Márcia Todeschini

Revisão:

Bruna Longobucco

Capa:

Marcos Ferreira

© 2012 by Editora Ixtlan

Medeiros, Jackson da Silva

Tesaurus conceituais e ontologias de fundamentação: abordagem
comparativa entre modelos conceituais

ISBN: 978-85-8197-010-3 – Ed. Ixtlan 2012 - 112 p.

1. Ciência da informação 2. Título.

CDD 020

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS - É proibida a
reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer
meio. A violação dos direitos de autor (Lei n.º 9.610/98) é
crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal brasileiro.

APRESENTAÇÃO

Compor um livro nunca me pareceu algo trivial. Algumas adversidades fizeram com que eu adiasse ao máximo a revisão de um texto que entre leituras e experiências foi construído em aproximadamente dois anos.

Percebi, então, a carência de materiais que tratassem sobre ontologias, em especial as de fundamentação, na área da Ciência da Informação fazia com que esse texto não pudesse ficar restrito a um trabalho acadêmico em formato digital disponível para poucos.

O campo da ontologia, de seus princípios básicos até o trabalho com teorias e práticas complexas, está em voga em sistemas que trabalham com conhecimento e modelagem conceitual. No entanto ainda é um tema obscuro para grande parte dos atores do campo da Ciência da Informação. Por isto também a ordem em que o livro foi composto visa tratar tesouros (conceituais), fenômeno já conhecido da Ciência da Informação, para depois explorar a ontologia (de fundamentação).

Através dessa porta de entrada para o estudo da ontologia de fundamentação, o tesouro conceitual, busca-se estabelecer comparações entre os modelos conceituais dos instrumentos, analisando pontos de confluência e divergência entre as teorias e metodologias que suportam a construção dessas ferramentas.

Partes deste livro já foram publicadas em outros formatos. Este texto é, na realidade, uma parte revisada da minha dissertação de mestrado, defendida em 2011 junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade Federal Fluminense. Espero que as alterações tenham tornado o texto mais suave, servindo, de alguma forma, como uma entrada no campo dos tesouros conceituais e ontologias de fundamentação, principalmente para estudantes das Ciências da Informação.

Preferi, no entanto, não alterar substancialmente a forma original do texto. Ou seja, trata-se de um trabalho de cunho acadêmico e que, no geral, busca utilizar a linguagem desse campo. Nesse sentido, há um grande número de citações — diretas e indiretas — que colaboram na tessitura do trabalho.

Ao finalizar esta apresentação, tenho a obrigação de informar que quaisquer inconsistências ocorridas no texto são de minha inteira responsabilidade.

Jackson da Silva Medeiros
Outono de 2012

SOBRE O AUTOR

Jackson da Silva Medeiros *é doutorando em Comunicação e Informação na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mestre em Ciência da Informação pela Universidade Federal Fluminense, especialista em Didática e Metodologia do Ensino Superior pela Faculdade Atlântico Sul do Rio Grande e bacharel em Biblioteconomia pela Universidade Federal do Rio Grande.*

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. SISTEMAS DE ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	17
3. DO TESAURO AO TESAURO CONCEITUAL	27
4. DA ONTOLOGIA A ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO....	51
5. UMA COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS CONCEITUAIS DE TESAUROS CONCEITUAIS E ONTOLOGIAS DE FUNDAMENTAÇÃO.....	77
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
REFERÊNCIAS	99

INTRODUÇÃO

As disciplinas que tratam a organização do conhecimento com a finalidade de recuperar informação recebem atualmente grande importância devido ao volume de informação armazenada, bem como o grande fluxo de informação que circula pelas vias de comunicação, necessitando a criação de sistemas¹ capazes de representar e recuperar informação.

Fatores como a explosão informacional gerada após a Segunda Guerra Mundial, a crescente produção científica, a especialização cada vez maior do conhecimento e o imperativo tecnológico, potencializados pela utilização maciça da internet, geram volumes imensuráveis de informações. Estas, depois de armazenadas, requerem a existência de disciplinas capazes de promover o estudo de meios que suportem sua organização e conseqüente recuperação do conteúdo de documentos. Neste contexto está inserida a Ciência da Informação, nascida a partir de “uma estrutura interdisciplinar, para dar respostas ao fenômeno informação percebidas como grande problema a ser enfrentado em razão do seu excesso e da dificuldade para o seu acesso” (PINTO, 2007, p. 105).

A informação existente coloca constantemente novos desafios. Quando os conhecemos, despendemos menos esforços para controlá-los e descrevê-los. A partir do momento em que tomamos conhecimento de algo novo, tentamos, a partir da observação, construir uma estrutura mental com base em nosso conhecimento de mundo, agregando nosso

¹ Entendemos sistema como sendo o conjunto de entidades de qualquer natureza que mantêm relações entre si e combinem coisas ou partes, descrevendo aspectos da realidade e que visam recuperar informação.

ponto de vista sobre as coisas e projetando esses constructos (SÁNCHEZ; CAVERO; MARCOS, 2005). É a construção destes modelos que nos permite interagir com o mundo.

Modelos têm como função a abstração da realidade e significação de um conceito, simplificando-o e permitindo que características relevantes sejam visualizadas e/ou representadas.

Seguindo esta linha de pensamento, um modelo é uma abstração da realidade, capturando as características mais relevantes de um ou mais conceitos, visando uma descrição e representação da realidade de algo a partir de um ponto de vista com propósito específico. Assim, podemos dizer que subjacente a um modelo existe uma teoria que suporta sua construção.

A construção de modelos conceituais está diretamente ligada à representação do conhecimento (CAMPOS, 2001a) e estes devem ser capazes de representar um contexto, sendo construídos a partir de processos que evitem qualquer tipo de ambiguidade, ressaltando objetos relevantes ao domínio, bem como 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, devem ser levados em conta os processos teóricos e metodológicos que permitam desenvolver modelos capazes de organizar e representar conhecimento.

É importante que a construção de sistemas que permitam recuperação da informação seja baseada no conhecimento existente. O conhecimento sobre o mundo permite a construção de modelos sobre uma realidade. Esses modelos são representações parciais de determinado mundo, onde é possível representar a existência de objetos e as relações entre eles, gerando estruturas processáveis por máquinas, quando tratamos questões computacionais, e permitindo a construção de linguagens documentárias, quando tratamos questões na Ciência da Informação.

Para a Ciência da Informação, o sistema conceitual

visa a organização efetiva do conhecimento dentro de uma dada área e a representação clara das relações entre os conceitos. [...] Podemos assim considerar o modelo conceitual como um sistema de conceitos, porque ele permite a representação de conceitos e suas relações dentro de contextos de conhecimento formando um todo coeso (o contexto). (CAMPOS, 2001a, p. 53).

No que se refere 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 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 destes conceitos com base na Teoria da Classificação Facetada, de Shiyali Ramamrita Ranganathan (1967).

No que tange à Ciência da Computação, seu foco representacional é a possibilidade de realizar comunicação entre sistemas. Nos últimos anos, porém, parece ter havido percepções que permitem modelar parte de um domínio tendo como base teorias independentes de domínio, 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.

Esses modelos conceituais permitem que sejam construídos sistemas de organização do conhecimento, necessários a partir do aumento contínuo na quantidade de informação disponível, visando

realizar o tratamento da informação existente. Pierre Lévy (1998, p. 25) corrobora com isso, ao apontar que

a quantidade de mensagens em circulação jamais foi tão grande, mas dispomos de um número muito reduzido de instrumentos para filtrar a informação pertinente, para efetuar comparações segundo significações e necessidades que continuam sendo subjetivas, para nos orientar no fluxo informacional. (LÉVY, 1998, p. 25).

Guizzardi (2005, p. 119) avigora a problemática da falta de instrumentos que permitam melhor recuperação da informação tendo sua construção baseada em conceitos que definem as coisas, ou seja, a partir da abstração de dados e processos de um domínio. Desse modo, segundo o autor, ainda existe grande carência em estudos que privilegiem a modelagem conceitual em detrimento da construção arbitrária de artefatos.

A modelagem conceitual é, dentro desse escopo, responsável pela identificação, descrição e análise de um domínio, permitindo estruturar conceitos e suas relações, possibilitando alta eficácia no projeto, na implementação e na manutenção de instrumentos, como tesouros e ontologias.

Assim sendo, neste trabalho, procuramos analisar e comparar os formalismos de representação de modelos conceituais em que tanto tesouros conceituais quanto ontologias de fundamentação estão pautados, de forma a promover a verificação das bases teóricas e metodológicas que suportam a construção desses instrumentos, tendo em vista a literatura existente relativa à construção de tesouros (conceituais) na área de Ciência da Informação e a literatura sobre ontologias (de fundamentação) que se encontra no âmbito da Ciência da Computação.

O livro está subdividido da seguinte forma: após esta introdução, o capítulo 2 faz um breve relato sobre os sistemas de organização do conhecimento, abrindo caminho para a abordagem

sobre tesouros conceituais e ontologias de fundamentação e suas teorias e metodologias, respectivamente nos capítulos 3 e 4. O capítulo 5 aborda uma comparação entre os modelos conceituais de tesouros conceituais e ontologias de fundamentação, mostrando até que ponto é possível comparar estes modelos (5.1) e o que não é passível de comparação entre os modelos (5.2). O capítulo 6 traz as considerações finais. Ao final são apresentadas as referências utilizadas.

SISTEMAS DE ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

O conhecimento registrado está sempre associado a algum tipo de sistema responsável pela organização do conhecimento e com a finalidade de recuperar informação de forma ágil e precisa. Neste capítulo vamos discutir o que consideramos sistemas de organização do conhecimento.

Segundo Gnoli (2008), o termo Sistemas de Organização do Conhecimento (*Knowledge Organization Systems* — KOS) foi retirado dos títulos dos livros de Bliss publicados entre 1929 e 1933 que versavam sobre o tema. Gnoli (2008) considera que

os sistemas de organização do conhecimento incluem ferramentas práticas, como sistema de cabeçalhos de assunto, tesouros, taxonomias, sistemas de classificação bibliográfica, mas também sistemas filosóficos de conhecimento, como os de Aristóteles, Francis Bacon, John Wilkins, Augusto Comte, e modernos ontologistas. (GNOLI, 2008).

Em uma definição mais concisa, podemos entender os sistemas de organização do conhecimento como uma “variedade de esquemas que organizam, gerenciam e recuperam a informação” (TRISTÃO; FACHIN; ALARCON, 2004, p. 161). Já Hodge (2000, p. 3) traz uma definição que consideramos satisfatória, e que utilizaremos, do que vem a ser um sistema de organização do conhecimento:

O termo sistemas de organização do conhecimento se destina a abranger todos os tipos de esquemas para organizar a informação e promover a gestão

do conhecimento. Sistemas de organização do conhecimento incluem sistemas de classificação e categorização de materiais que organizam, em nível geral, cabeçalhos de assunto que fornecem acesso mais detalhado [...] Sistemas de organização do conhecimento incluem também os vocabulários altamente estruturados, como tesouros, e esquemas menos tradicionais, tais como redes semânticas e ontologias. (HODGE, 2000, p. 3).

A essa definição podemos relacionar o plano gráfico dos sistemas abstratos e concretos, proposto por Toft e Syd (1993, p. 161), reproduzido abaixo:

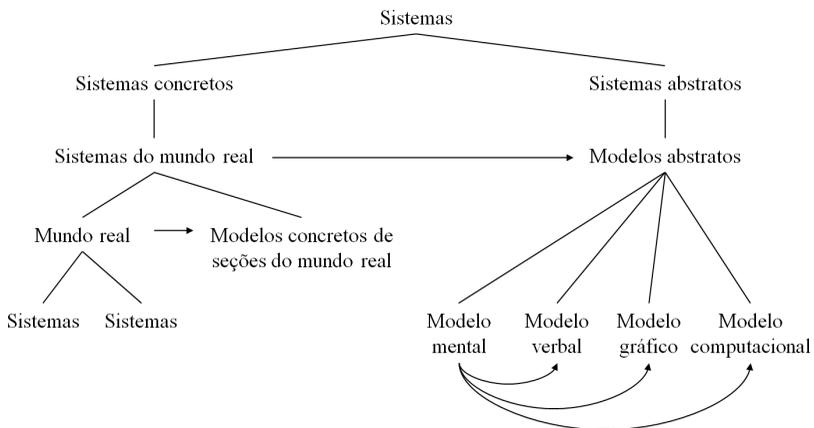


Figura 1: Modelo gráfico de sistemas abstratos e concretos

Fonte: TOFT; SYD (1993, p. 161)

A Figura 1 mostra os modelos abstratos como tipo de sistemas abstratos, ou seja, como componentes conceituais que são empregados na elaboração de um sistema, além de serem sistemas baseados no mundo real. Subsequentemente, os modelos verbais, gráficos e

computacionais são vistos como representações de modelos mentais. Esta visão é reforçada por Toft e Syd:

Todo universo, como o conhecemos, pode ser considerado como um sistema (estrutura) constituído por níveis de complexidade crescente, cada um composto de relações e entidades que formam os sistemas, as entidades de um nível a ser incorporado nos níveis mais elevados. Nos níveis inferiores, encontramos estruturas estáticas, simples sistemas dinâmicos e sistemas cibernéticos, e nos níveis mais elevados verificam-se sistemas vivos ('sistemas abertos') e sociedades. (TOFT; SYD, 1993, p. 162).

Esses sistemas de organização do conhecimento, integrantes de determinados sistemas de informação, devem ser desenvolvidos com base em "componentes conceituais" (TOFT; SYD, 1993, p. 160), independentemente dos dispositivos disponíveis para sua criação, sendo parte central na construção do mesmo. O desenvolvimento conceitual é fundamental e não pode ser relegado, já que permite o estudo dos conceitos que constituem o sistema.

Como o domínio observado gera um modelo mental, a formalização do conhecimento dos objetos e de suas relações é realizada pelos sistemas de organização do conhecimento.

No âmbito da ciência da computação, eles servem para auxiliar a implementação de estruturas computáveis. No âmbito da ciência da informação, possibilitam a elaboração de linguagens documentárias verbais e notacionais, visando à recuperação de informação e à organização dos conteúdos informacionais de documentos. (CAMPOS, 2004, p. 24).

Hodge (2000, p. 4) ainda assinala as características comuns aos sistemas de organização do conhecimento:

- Os sistemas de organização do conhecimento impõem uma visão particular do mundo em uma coleção e nos seus itens;
- A mesma entidade pode ser caracterizada de diferentes maneiras, dependendo do sistema de organização do conhecimento que é usado;
- Deve haver semelhança suficiente entre o conceito expresso em um sistema de organização do conhecimento e o objeto do mundo real a cujo conceito se refere, permitindo que uma pessoa bem informada possa aplicar o sistema com razoável confiabilidade. Da mesma forma, uma pessoa que procura material relevante, usando um sistema de organização do conhecimento, deve ser capaz de ligar o seu conceito com a sua representação no sistema.

É nesse cenário que existe a necessidade da elaboração de instrumentos capazes de representar conhecimento a partir de processos de modelização, permitindo eficácia no processo de recuperação da informação em uma determinada área do conhecimento.

Entendendo sistemas de organização do conhecimento como esquemas capazes de organizar informação baseados em modelos conceituais de dado domínio, abrangendo diversos sistemas com vocabulário estruturado e classificação/categorização explícitos, podemos dizer que os sistemas de organização do conhecimento apresentados podem também ser vistos como linguagens documentárias, pois possuem um dado sistema de organização do conhecimento.

Importante distinção deve ser feita a partir deste ponto no que diz respeito à sua função, podendo dividi-los em linguagens documentárias verbais e linguagens documentárias notacionais. As primeiras têm por função a representação de conceitos a partir de uma padronização terminológica, como as listas de cabeçalho de assunto e os tesouros. As segundas têm a finalidade de arranjar, ou seja, organizar os conceitos a partir de certa sistematização, funcionando como uma representação de assuntos e exibindo hierarquias (gênero-espécie e partição) como os sistemas de classificação e as taxonomias.

Especificando os sistemas citados, podemos inicialmente notar que as palavras não têm significado exato ou único e, no âmbito de um sistema de recuperação da informação onde existe um sistema de organização do conhecimento, seu significado não deve ser posto à prova da interpretação pessoal tanto do indexador, responsável pela disponibilização da informação, quanto do usuário, o qual busca por informação, necessitando-se de uma linguagem controlada capaz de não permitir ambiguidades.

Para Currás (1995, p. 78), a linguagem controlada pode ser definida como “uma linguagem na qual os elementos (palavras) que a compõem são controlados de acordo com regras preestabelecidas”, ou ainda, como “um sistema linguístico no qual as unidades que o compõem estruturam-se de acordo com normas prefixadas”.

Como o acesso à informação é realizado a partir de pontos de acesso, a criação de listas de cabeçalho de assunto num catálogo baseado em fichas, tecnologia disponível nos primórdios da construção desse tipo de sistema, permitia a organização da informação de acordo com um arranjo alfabético, a partir dos assuntos dos materiais existentes em bibliotecas.

A primeira tentativa de sistematização das listas de cabeçalho de assunto deve-se a Charles Cutter, em 1876, quando tentou estabelecer um conjunto de regras genéricas através da *Rules for a Dictionary Catalogue*. Após, em 1911, J. Kaiser apresentou um trabalho — *Systematic Indexing* — contendo avanços significativos para a estruturação dos assuntos, como a busca de uma solução para a ordem de citação em uma dada ordem de importância. No entanto, foi E. J. Coates quem, por vários anos, prestou a maior contribuição na construção desses sistemas, após a publicação do livro *Subject Catalogues* (FOSKETT, 1973). Posteriormente, outros estudiosos se dedicaram a aprimorar o instrumento.

As listas de cabeçalho de assunto são os instrumentos menos complexos dentro da organização do conhecimento. Basicamente consistem em uma lista de termos em linguagem controlada, referentes a um determinado domínio do conhecimento, onde esses termos estão

relacionados de forma a demonstrarem equivalência e onde o termo não-preferido contém uma remissiva que indica o termo preferido, além de ter como objetivo a indexação de assuntos existentes em documentos.

Para Hodge (2000, p. 6), esse tipo de sistema

provê um conjunto de termos controlados para representar os assuntos dos itens de uma coleção. Listas de cabeçalho de assunto podem ser extensivas e cobrir uma ampla gama de assunto; contudo, a lista de cabeçalho de assunto são geralmente muito superficiais, com uma estrutura hierárquica limitada. Em uso, cabeçalhos de assunto tendem a ser coordenados, com regras de como elas podem ser unidas para fornecer conceitos que são mais específicos. (HODGE, 2000, p. 6).

Isso faz notar que as listas de cabeçalho de assunto, além de constituírem aparatos que não satisfazem por completo o controle sobre o vocabulário empregado na indexação documentos, apresentam problemas na sua concepção e “não funcionam como chaves de acesso ao arranjo classificado”, bem como “não atingem o nível de especificidade desejável na representação do conteúdo temático de documentos” (BATISTA, 2004, p. 7).

Esse contexto exige o desenvolvimento de sistemas mais complexos, capazes de fornecer cadeias de conceitos interligados para melhoria do processo de organização do conhecimento, como sistemas de classificação bibliográfica e taxonomias.

A classificação bibliográfica pode ser descrita como a mais antiga linguagem de recuperação da informação desenvolvida pelo homem. Este fato explica o motivo pelo qual os sistemas de classificação sejam considerados aparatos tradicionais para o arranjo de coleções de documentos (BARBOSA, 1972, p. 73).

Um sistema de classificação bibliográfica é, basicamente, uma hierarquia que possibilita uma organização para guarda de documentos,

possibilitando que estes sejam organizados e que o conhecimento registrado seja representado. No âmbito da Biblioteconomia/Ciência da Informação, os sistemas de classificação mais conhecidos são a *Classificação Decimal de Dewey* (CDD) e a *Classificação Decimal Universal* (CDU). O primeiro foi desenvolvido pelo bibliotecário Melvil Dewey, em 1876, tendo sua organização baseada em dez classes principais. O segundo é um sistema desenvolvido por Paul Otlet e Henri La Fontaine no final do século XIX e utilizou como base a notação proposta pela CDD, incrementada com sinais que funcionam como auxiliares para estabelecer relações entre assuntos.

É desde Bliss, no entanto, que “sistemas de classificação bibliográfica [...] são considerados como sistemas de organização do conhecimento” (GOMES, 2009, p. 63), com a publicação, pelo referido autor, de *Organization of knowledge and the system of the sciences*, em 1929, onde ele descreve “as bases científicas, filosóficas e lógicas das classificações bibliográficas” (KUMAR, 1981, p. 401). O livro seguinte publicado por Bliss, intitulado *Organization of knowledge in libraries and the subject approach to books*, descreveu sua teoria de classificação (KUMAR, 1981).

Ranganathan também publica seu sistema de classificação, a *Colon Classification*, em 1933. Estudou outros esquemas para classificação em bibliotecas e formulou um conjunto de cânones e princípios, bem como uma nova terminologia, que o encaminhou para a formulação de uma teoria de classificação em bibliotecas, publicando, em 1937, o *Prolegomena to library classification*, o qual expõe os cânones que descrevem sua teoria (KUMAR, 1981).

Com a evolução dos sistemas computacionais, exige-se a possibilidade de guardar informação em ambientes digitais. Neste caso são utilizadas taxonomias ou, como registram Campos, Campos e Campos (2005, p. 59), “um mapa de conteúdos [...] das atividades das organizações que as produzem”. Taxonomias são classificações sistemáticas e possuem “a função de organização lógica de conteúdos informacionais” (CAMPOS; CAMPOS; CAMPOS, 2005, p. 59). São consideradas “estruturas classificatórias que têm por finalidade servir

de instrumento para a organização e recuperação de informação em empresas e instituições” (CAMPOS; GOMES, 2008).

As taxonomias são utilizadas em larga escala para projetos orientados a objetos, já que seu agrupamento é baseado em características comuns entre as entidades, aproveitando a herança entre os objetos. Ou seja, são sistemas que mantêm as relações de classes e subclasse.

Para Bruno e Richmond (2003, p. 45), “uma taxonomia é uma classificação hierárquica das posições construídas utilizando os princípios de classificação”, sendo capaz de fornecer:

- Identificação: diante da abundância de informações disponíveis, a estruturação hierárquica da taxonomia permite que seja identificada onde a informação deve ser armazenada;
- Descoberta: informações adicionais podem ser inferidas a partir da constatação de onde a informação está situada na taxonomia;
- Entrega: torna a recuperação da informação mais precisa e ágil através da estruturação da informação e do contexto em que está inserida.

Ressalta-se a importância de que tanto os sistemas de classificação quanto as taxonomias admitam e acompanhem a evolução do conhecimento, permitindo que novos conceitos sejam inseridos, removidos e/ou modificados de sua estrutura.

Nesse contexto, concordamos com Schreiner (1979) ao afirmar que (a) uma classificação universal do conhecimento é necessária tanto do ponto de vista teórico como do ponto de vista prático; (b) os atuais sistemas de classificação não correspondem às necessidades do mundo de hoje; e (c) não podemos construir um sistema de validade permanente e universal.

Pelo que foi até aqui exposto, podemos notar uma evolução natural criada a partir da complexidade dos objetos e dos assuntos que necessitam ser organizados, dos sistemas de organização do conhecimento. Isso fez com que o surgimento do tesauro se desse a

partir da grande e crescente demanda por tratamento de informação. Ou seja, “era preciso trabalhar com vocabulário mais específico e com uma estrutura mais depurada do que aquela presente nos cabeçalhos de assunto” (GOMES, 1990, p. 14).

A diferença básica entre listas de cabeçalho de assunto e tesouros diz respeito, grosso modo, às relações estabelecidas entre os termos que os constituem e a maneira do que consideramos termo em cada um dos instrumentos. Deste modo, além das hierarquias de classe e subclasse, que já eram conhecidas nos sistemas de classificação bibliográfica, os tesouros apresentam as relações de associação e de equivalência.

Também a ampliação cada vez maior dos sistemas computacionais, implicando na crescente produção, manipulação e distribuição de documentos em formato digital, é um fator que obriga esforços, antigamente despendidos para solucionar problemas em meios físicos, a serem deslocados para melhoria dos sistemas digitais.

É no âmbito da *Web Semântica*, no final década de 1990, que os estudos sobre ontologias ganham força, visando fornecer informações semanticamente ricas e interoperáveis a sistemas de recuperação da informação. Sua relação com tesouros está baseada no que se refere a sua função, uma vez que são sistemas que possibilitam padronização terminológica e recuperação da informação (CAMPOS; CAMPOS; CAMPOS, 2005).

Além do que foi relatado, as ontologias são construídas a partir de axiomas que definem as regras de restrições lógicas e podem realizar inferências sobre o conhecimento já estabelecido.

A seguir vamos nos deter com maior cuidado na explicitação do que definimos por tesouro e ontologia para posteriormente definirmos tesouro conceitual e ontologia de fundamentação, bem como suas teorias e metodologias.

DO TESAURO AO TESAURO CONCEITUAL

A necessidade de organizar o conhecimento registrado obrigou o homem a criar estruturas que permitissem classificar e controlar terminologicamente esses registros, criando índices onde cada termo represente um único conceito. Isto ocorre uma vez que o termo designado para representar o conceito deve ter o mesmo significado para o indexador, responsável pela representação de conceitos, e para o usuário, interessado na recuperação da informação de forma eficaz, não permitindo ambiguidades.

Para uma organização satisfatória necessitou-se criar métodos capazes de representar o conhecimento registrado de forma padronizada, o qual permite a recuperação da informação mais facilmente. Nesse contexto surgem os tesouros, como meio de trabalhar com vocabulários específicos dentro de um determinado domínio do conhecimento.

A palavra tesouro tem seu significado originário do latim e do grego. Em 1852, Peter Mark Roget publica o dicionário analógico *Thesaurus of English Word and Phrases* (mais tarde conhecido como *Roget's Thesaurus*), dando popularidade a esta palavra. Já em 1950, Hans Peter Luhn utiliza o termo *Thesaurus* para dar nome a um sistema de palavras autorizadas. Logo que construiu seu instrumento, Luhn percebeu que havia a necessidade dos termos constituintes do instrumento explicitarem relações entre si, melhorando seu sistema de recuperação de informação (CAMPOS; GOMES, 2006).

Cabe ressaltar, neste sentido, algumas definições sobre tesouros. Optamos por trazer a lume definições elaboradas em diferentes épocas, mostrando mudanças no olhar sobre o objeto tratado pelo instrumento, bem como a definição sobre a função dos tesouros.

Assim, primeiramente são expostas definições existentes em recomendações de órgãos que regulam as diretrizes para elaboração de tesouros, para depois expor definições propostas por estudos desenvolvidos no Brasil.

A UNESCO, em 1973, através do programa UNISIST (*UNESCO's World Scientific Information Programme*), define tesouro para a área de Ciência da Informação a partir de sua estrutura e sua função. Em termos de sua função, o tesouro é um dispositivo de controle terminológico usado para traduzir a linguagem natural dos documentos, dos indexadores ou dos usuários numa mais restrita *linguagem do sistema* (linguagem documentária, linguagem de informação), bem como para traduzir a linguagem do sistema de volta em linguagem natural. No que tange à sua estrutura, o tesouro é um vocabulário controlado e dinâmico de termos semântica e genericamente relacionados que cobrem um domínio específico do conhecimento.

A norma ISO 2788 (1986, p. 2) — *Documentation: Guidelines for the establishment and development of monolingual thesauri* —, para qual Lancaster (1986, p. 30) diz convergir as vertentes europeia e norte-americana, define tesouro como “o vocabulário de uma linguagem de indexação controlada, formalmente organizada de forma que as relações *a priori* entre os conceitos [...] sejam explícitas”.

A ANSI/NISO Z39.19 (2005, p. 166) — *Guidelines for the Construction, Format, and Management of Monolingual Controlled Vocabularies* — em sua última revisão² traz a definição de tesouro, bem como seus objetivos, assim descrita:

Um vocabulário controlado arranjado em uma ordem conhecida e estruturada de modo que as várias relações entre termos são exibidas

² A revisão da norma ANSI/NISO Z39.19 foi feita, principalmente, para poder contemplar novos meios de armazenamento de informação oriundos, em sua maioria, da evolução tecnológica existente, expandindo o conceito de documento.

claramente e identificadas por indicadores de relacionamento padronizados. Indicadores de relacionamentos devem ser empregados reciprocamente. Sua finalidade é promover a consistência na indexação dos objetos de conteúdo, especialmente para sistemas de armazenamento e recuperação de informações pós-coordenadas, para facilitar a navegação e a pesquisa, associando os termos de entrada com termos. (ANSI/NISO Z39.19, 2005, p. 166).

Podemos notar que as definições até aqui expostas trazem na sua origem alguns elementos constituintes de tesouros, como um vocabulário e a explicitação das relações entre os conceitos, mostrando que a evolução da elaboração de normas realmente partiu da elaboração de tesouros que já haviam sido construídos. Pode-se perceber, igualmente, que as normas privilegiam a definição de tesouros dizendo que são uma estrutura formal e padronizada. No caso das normas ANSI/NISO e UNESCO, fica clara a função do tesouro, que é permitir, a partir do controle terminológico exercido na entrada de termos no sistema, a recuperação da informação de forma eficaz.

No Brasil, uma das primeiras definições sobre tesouros foi feita por Cavalcanti (1978, p. 27), quando aponta um tesouro como:

[...] uma lista estruturada de termos associados, empregada por analistas de informação e indexadores, para descrever um documento com a desejada especificidade, em nível de entrada, e para permitir aos pesquisadores a recuperação da informação que procura. (CAVALCANTI, 1978, p. 27).

A definição de Cavalcanti (1978) evidencia a referência ao documento, fazendo-nos concluir que naquela época a preocupação do profissional responsável pela indexação estava centrada no documento e em sua organização em um sistema de informação qualquer.

Tratando definições posteriores, Motta (1987) define tesouro como sendo um

sistema de vocabulário baseado em conceitos, incluindo termos preferidos (descritores), termos não preferidos (não descritores) e suas inter-relações, que se aplica a um determinado ramo do conhecimento e que se destina a controlar a terminologia utilizada para indexação/recuperação de documentos. (MOTTA, 1987, p. 24).

Gomes (1990, p. 16) complementa a questão da função do tesouro ao observar que o instrumento pode “representar os assuntos dos documentos e das solicitações de busca” (GOMES, 1990, p. 16).

Tálamo, Lara e Kobashi (1992, p. 199) dizem

os tesouros são repertórios ou listas de termos autorizados, constituídos por unidades — descritores — pertencentes a um domínio particular do conhecimento, relacionadas semântica e logicamente. São utilizados para caracterizar tanto o conteúdo de um documento, quanto o conteúdo das questões propostas pelos usuários. Sua função é, por isso, a de servir como intermediária entre os documentos e os usuários. (TÁLAMO; LARA; KOBASHI, 1992, p. 199).

Também cabe ressaltar a contribuição de Campos, Gomes e Motta a partir da década de 1980 (MOTTA, 1987; GOMES, 1990; CAMPOS, 2001b; CAMPOS; GOMES; MOTTA, 2004). Estas pesquisadoras passam a desenvolver um movimento que começa a tratar questões sobre o conceito e sua categorização na construção de tesouros. Ressaltam que o tesouro é uma linguagem documentária dinâmica construída de forma a estabelecer controle de vocabulário, estabelecendo relações genéricas e semânticas que cobrem dado domínio do conhecimento.

Com base nas definições propostas a partir do início dos anos de 1980 pode-se perceber que a preocupação na construção de tesouros recai sobre os conceitos e não sobre as palavras em si. Isso possibilita o tratamento dos termos, representantes dos conceitos, dentro de um sistema onde existem relações entre eles, formando um sistema de conceitos.

Deste modo, vemos que um tesouro é basicamente compreendido por (a) um léxico e (b) uma estrutura, ordenado a partir do léxico e dos relacionamentos entre os termos que o constituem, sendo sistemas hierárquicos e semânticos baseados em conceitos e com vocabulário controlado, apresentando relações entre seus termos constituintes. Sua função é controlar terminologicamente a tradução de conceitos da linguagem natural para uma linguagem artificial, permitindo a representação e a recuperação da informação de uma determinada área do conhecimento humano.

Isso é corroborado por Lima (2004, p. 69), quando aponta no sentido de que

os tesouros apresentam uma das formas mais consistentes de apresentar uma proposta de organização de um domínio, já que são formulados segundo princípios lógico-semânticos através dos quais é possível construir um todo significativo.

Isso dá força à afirmação de Campos et al. (2006), quando observam que “a construção de um tesouro não é uma tarefa trivial”, fazendo com que seja necessário o emprego de profissionais qualificados e com conhecimentos teóricos, metodológicos e práticos sobre o instrumento e o domínio em questão. Isto busca chegar à

garantia literária³, ao endosso de especialistas no domínio que está sendo trabalhado, à garantia dos usuários⁴ e à garantia estrutural⁵.

Todo esse trabalho é voltado a permitir que os tesouros representem conhecimento da melhor maneira possível dentro de dados domínios e contextos, necessitando que o formalismo existente em sua estrutura seja coerente. Essa forma é dada a partir das relações entre os termos que representam os conceitos do domínio mapeado pelo tesouro, a perceber: relações de equivalência, hierárquicas e associativas⁶.

A partir da breve revisão sobre o que vem a ser um tesouro, podemos notar uma separação sobre a construção desse tipo de instrumento, como observado por Lancaster (1986). O autor propõe uma exposição com a possível evolução de padrões de construção de vocabulários controlados, deixando bastante evidentes duas linhas de construção dos tesouros: uma linha europeia, baseada em princípios classificatórios, e uma linha norte-americana, baseada na indexação de assuntos de forma alfabética e no Unitermo.

Mostraremos, a partir de agora, um pouco da história dessas duas vertentes para explicarmos como se deu o desenvolvimento desses instrumentos até a concepção do tesouro conceitual.

O catálogo alfabético visando à recuperação de informação, privilegiado pela visão norte-americana de estudo e construção de tesouros, teve seu início com Charles Ammi Cutter, quando da apresentação das regras para construção de cabeçalhos de assuntos alfabéticos em 1876 através da *Rules for a Dictionary Catalogue*. Embora não tenham desempenhado grande contribuição no desenvolvimento de tesouros, os cabeçalhos de assunto foram a origem dos instrumentos para tratamento da informação (GOMES, 1996).

³ O vocabulário escolhido deve ser proveniente da literatura do domínio que está sendo mapeado.

⁴ Os termos e conceitos expressos no tesouro devem refletir o que é procurado pelos usuários.

⁵ Termos e conceitos que, mesmo sem utilidade aparente, garantem a estrutura e relações num tesouro.

⁶ As relações serão trabalhadas em seção posterior.

Influenciado por esse trabalho, o primeiro vocabulário controlado para catálogos alfabéticos de assunto foi o *American Library Association's List of Subject Headings for Use in Dictionary Catalogs*, publicado em 1985. No entanto, foi o sistema Unitermo, desenvolvido por Mortimer Taube, em 1951, o grande responsável pelo início do desenvolvimento dos tesouros (LANCASTER, 1986, p. 29). Esse sistema tornou-se interessante, segundo Gomes (1996), pela sua forma de arquivamento das fichas, “que permitia acesso a qualquer aspecto tratado num documento, além de permitir, também, acesso através da combinação de mais de um aspecto”.

Cabe notar, também, que o sistema Unitermo foi desenvolvido considerando-se que autores e usuários do sistema pertenciam à mesma comunidade de pesquisa, compartilhando, assim, de uma terminologia técnica em comum dentro de uma área do conhecimento, sendo o usuário um conhecedor da terminologia utilizada no ponto de acesso fornecido pela indexação do material. Além disso, o instrumento foi criado a partir da extração de palavras únicas de textos sem qualquer forma de controle, tendo sua derrocada a partir do momento em que fosse exigida a manipulação de grandes quantidades de termos por humanos.

Isso fez com que fosse necessária a implantação de um tesouro para controlar o vocabulário do sistema. Em 1960 foi produzido o primeiro tesouro, pelo *U. S. Department of Defense*, e, em 1961, o *American Institute of Chemical Engineers* (AIChE) publica e coloca à venda o seu tesouro, o *Chemical Engineering Thesaurus*. Em 1964, o *Engineers Joint Council* (EJC) publica o *Thesaurus of Engineering Terms*. As diretrizes (*guidelines*) para construção dos primeiros tesouros foram elaboradas com base nestes instrumentos (LANCASTER, 1986, p. 30-31).

A partir disso, as indústrias de engenharia e de defesa se uniram para, de 1965 a 1967, desenvolverem o *Project LEX*, dando origem ao *Thesaurus of Engineering and Scientific Terms* (TEST). Esse projeto definiu as diretrizes para construção de tesouros pelas agências do governo americano. Estas iniciativas balizaram o desenvolvimento das

normas para elaboração de tesouros, como a *UNESCO Guidelines for the Establishment and Development of Monolingual Scientific and Technical Thesauri*, em 1970, e a ANSI (*American National Standards Institute*) Z39.19, em 1974. As diretrizes da UNESCO ainda serviram como base para a criação da norma ISO (*International Organization for Standardization*) 2788, bem como as normas francesa e alemã (LANCASTER, 1986; ANSI/NISO Z39.19, 2005).

Foskett (1973, p. 337) afirma que apenas poucos anos antes da publicação de seu livro *The subject approach to information*, em 1969, metodologias para a construção de tesouros começaram a ganhar corpo.

Realmente podemos concordar com o autor, uma vez que foi a partir da década de 1960 que a Indexação Alfabética de Assunto, de Coates, começa a receber influência da Teoria da Classificação Facetada, de Ranganathan, baseada na junção de conceitos de igual natureza em categorias, desenvolvida trinta anos antes. Outro instrumento que recebe influência da Teoria da Classificação Facetada é o *Thesaurofacet* (LANCASTER, 1986).

Segundo Campos (2001b, p. 95-96), o *Thesaurofacet* utiliza a Teoria da Classificação Facetada “não somente para a organização de uma sintaxe (no caso, a notação), mas também para a organização dos conceitos em um dado Universo de Domínio”. Os pesquisadores envolvidos com este trabalho estavam ligados ao *Classification Research Group* (CRG).

O CRG foi formado em Londres, em 1952, e reunia os maiores pesquisadores do século XX na área de classificação, dentre eles Brian Campbell Vickery, Eric J. Coates, Jason E. L. Farradane, Douglas John Foskett, Derek W. Langridge, Derek Austin, Jean Aitchison, entre outros. Estes eram responsáveis pela criação e manutenção de grandes esquemas de classificação para organizações. Sua constituição se deu após uma reunião da *Royal Society Scientific Information*, onde Vickery ficou encarregado de contatar e reunir bibliotecários que estivessem dispostos a discutir sobre sistemas de classificação.

A partir da sua reconhecida capacidade de estudos, o CRG recebeu, por intermédio da *Library Association*, auspícios da OTAN

(Organização do Tratado do Atlântico Norte) para realizar estudos sobre a viabilidade da construção de uma nova tabela geral de classificação. A partir disso, os estudos do CRG foram concentrados em três áreas: (a) determinação dos princípios para a categorização de conceitos; (b) ordenação de conceitos dentro de categorias e; (c) relacionamentos entre conceitos (WILSON, 1972).

Seguindo observação realizada por Wilson (1972) é interessante notar a construção do já mencionado *Thesaurofacet*, de Aitchison, na tentativa de unir um tesouro, com índice alfabético, a um esquema de classificação facetada, permitindo “dispor a hierarquia dos termos, que é desejável para mostrar os relacionamentos, junto com a indicação no tesouro daqueles relacionamentos que uma única sequência hierárquica não pode mostrar”. Esse instrumento tinha suas partes, alfabética e sistemática, dependentes, pois o tesouro funciona como o índice para a tabela que, por sua vez, dispõe os conceitos de forma sistemática. Com isso, o *Thesaurofacet* permitiu uma maneira de mapear a realidade a partir da abstração de conceitos.

Como visto, o *Thesaurofacet* possibilitou uma nova visão sobre a construção de tesouros, permitindo que fossem construídos a partir de uma parte sistemática com apresentação alfabética. É a estruturação sistemática do tesouro que possibilita a compreensão das relações estabelecidas entre os conceitos (CAMPOS, 2001b), permitindo que seja evidenciado o modelo conceitual de dado domínio.

Como bem observa Campos (2001b), apesar de a vertente europeia fazer uso da Teoria da Classificação Facetada de Ranganathan permitindo o arranjo de classes, questões relacionadas aos problemas do termo seguiam sendo enfrentadas na construção dos instrumentos. Esta questão só viria a apresentar soluções a partir da década de 1970 com a Teoria do Conceito, de Ingtraut Dahlberg (1978a). Este estudo, aliado à Teoria da Classificação Facetada, utilizando categorias como forma de organização de conceitos, possibilita a elaboração de “procedimentos metodológicos mais rigorosos para a indexação e a recuperação da informação, atendendo-se, assim, com maior eficiência às demandas dos usuários” (TÁLAMO, LARA, KOBASHI, 1992, p.

199). A esse novo tipo de tesouro deu-se o nome de tesouro terminológico (TÁLAMO; LARA; KOBASHI, 1992, p. 199), também chamado por Campos (2001b) de tesouro-com-base-em-conceito.

Vamos adotar a denominação tesouro conceitual, uma vez que caracteriza e explica a unidade de tratamento do tesouro. 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 — diferentemente dos tesouros de vertente norte-americana, os quais não apresentam esta parte — onde os conceitos se apresentam no modelo conceitual do tesouro conceitual. Além disso, estes tesouros se preocupam com o conteúdo conceitual dos termos, o que destaca a importância das definições de cada conceito.

3.1 Um percurso pelas bases teóricas e metodológicas do tesouro conceitual

Pelo que foi delineado notamos que existem distintos métodos para construção de tesouros. A vertente norte-americana, proveniente do cabeçalho de assunto, se pauta no desenvolvimento destes instrumentos a partir da palavra, ou seja, a unidade de representação é uma palavra e não o conceito. Desta forma, existem procedimentos de fatoração de termos. No entanto, quase não existia base teórica para a elaboração de tesouros e, quando eram encontradas, baseavam-se em princípios linguísticos que variavam de instrumento para instrumento e de língua para língua.

No que diz respeito à vertente europeia, os avanços do CRG foram no sentido de avaliar princípios da Teoria da Classificação Facetada, de Ranganathan, observando bases para a criação de classes e, conseqüentemente, os tesouros começaram a possuir uma parte sistemática. No entanto, a relação desses estudos com o termo é similar à vertente norte-americana (CAMPOS, 2001b).

Esse cenário começa a evoluir, como já relatado, a partir do fim dos anos de 1970, com a Teoria do Conceito, apresentada por Ingetraut Dahlberg (DAHLBERG, 1978a). Assim, a importância recai sobre a unidade de representação em um tesouro. Dahlberg discute, então, qual seria a unidade de representação mais adequada para um tesouro, isto é, o que a autora define como conceito. Isto permitiu tratar o termo, verificando-se sua caracterização como representação de um conceito e suas características (CAMPOS, 2001b).

A questão que envolve capturar e trabalhar com palavras coletadas a partir de linguagem natural acarreta sérios problemas na constituição de um tesouro, uma vez que afeta a representação do domínio em que está inserido. Observando esse fato, o tesouro conceitual parte do princípio do tratamento do conceito, ou seja, “o contexto do tesouro é o domínio e não o discurso” (CAMPOS; GOMES, 2006, p. 349), a partir do seu representante, o termo. Neste sentido, cabe abstrair a formação do conceito a partir de suas classes gerais, permitindo observar a estrutura conceitual de um domínio (CAMPOS; GOMES, 2006). Isso faz com que o conteúdo do conceito seja explicitado e revele, ainda, seus relacionamentos.

Após análise do objeto/referente à que as palavras ou expressões se referem, tem-se o termo, com sua forma final estabelecida, bem como as relações entre ele e outros conceitos, revelados na análise. Por sua natureza verbal, a denominação do objeto/referente mascara, por vezes, sua verdadeira natureza, dificultando sua posição na estrutura do tesouro e é a análise conceitual que irá revelá-la. (CAMPOS; GOMES, 2006, p. 349).

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, que leva 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).

Considera-se, assim, conceito como uma “unidade de conhecimento” (DAHLBERG, 1978a). É a partir dele que o tesouro conceitual tem sua constituição. A Teoria do Conceito, apresentada por Ingetraut 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). Conjuntamente 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:

- Categorias e classes, que estabelecem a ordenação lógica e hierárquica dos conceitos;
- Conceitos, representados pelos termos;
- Relações entre os conceitos, ou seja, sua ligação;
- 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 crie uma rede entre eles.

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

No tesouro conceitual, a Teoria da Classificação Facetada é 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 que uma simples lista alfabética.

Ranganathan, em sua teoria, apresenta para elaboração de estruturas classificadas três planos de trabalho para a classificação: (i) Plano Ideacional, (ii) Plano Verbal e (iii) Plano Notacional. O Plano Ideacional é um plano superior, onde ocorre a formação de ideias, “de todo o processo de pensar, pois ele se relaciona com o trabalho da mente” (CAMPOS, 2001b, p. 45). O Plano Verbal funciona como um mediador, através da linguagem, para comunicação de ideias ou conceitos (CAMPOS, 2001b). Já o Plano Notacional é o “plano dos números que representam os conceitos” (CAMPOS, 2001b, p. 46). No que diz respeito à construção de tesouros, o Plano Ideacional é que nos fornece diretrizes para estruturação de conceitos em um modelo conceitual.

A necessidade de organização de classes requer princípios para o seu estabelecimento, e a teoria proposta por Ranganathan 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, age no Plano Ideacional), atuando nas categorias.

(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 já citadas características e sua sucessão, além de regras para a sequência de filiação.

Característica, em Ranganathan (1967), pode ser definida como o princípio pelo qual uma classe é dividida, sendo denominada característica de divisão. Os Cânones das Características apresentam diretrizes que possibilitam a formação de classes consistentes. O Cânon da Diferenciação permite pensar a divisão de uma classe e dá origem a duas classes, sendo a base classificatória das entidades do mundo a partir da diferenciação entre elas. O Cânon da Relevância diz respeito ao princípio que estabelece que uma classe só deve ser formada se for relevante para o propósito da classificação. O Cânon da Verificabilidade diz que as características, além de serem relevantes, devem ser verificáveis. O Cânon da Permanência prescreve que uma característica deve permanecer imutável enquanto não houver mudança na finalidade da classificação.

O conceito de Sucessão de Características (RANGANATHAN, 1967) prevê princípios para que as classes formadas possam ter uma consistência em sua sucessão. Nestes Cânones, de forma geral, a característica é vista como potencial de organização, com a orientação visando à sucessão das grandes classes em um universo de assunto. O Cânon da Concomitância diz que em um esquema de classificação não devem ser utilizadas características que produzam o mesmo renque. O Cânon da Sucessão Relevante vai orientar a identificação e seleção de características relevantes em um universo de assunto. O Cânon da Sucessão Consistente aponta para que a sucessão de características selecionada deva apresentar coerência lógica.

Nos Cânones existentes para construção de Renques e Cadeias (RANGANATHAN, 1967) o foco está na formação de classes e na

ordem dos elementos em seu interior. A formação de Renques deve obedecer apenas uma característica de divisão, ou seja, uma característica geral que identifica os conceitos pertencentes ao renque, figurando-os, representativamente, como uma série horizontal. O Cânon da Exaustividade diz que deve ser buscada a (possível) totalidade de conceitos existentes em um renque. O Cânon da Exclusividade informa que uma entidade pertence apenas a uma classe. O Cânon da Sequência Útil e o Cânon da Relevância são úteis para permitir que os elementos de uma classe possam estar dispostos de uma forma aplicável aos propósitos do sistema de conceitos.

Existem diversos princípios que orientam o Cânon da Sequência útil. São eles: Princípio do Posterior-no-Tempo, Princípio do Posterior-na-Evolução, Princípios da Contiguidade Espacial, Princípios para Medida Quantitativa, Princípio da Complexidade Crescente, Princípio da Sequência Canônica, Princípio da Garantia Literária e Princípio da Ordem Alfabética. O Cânon da Sequência Consistente diz que classes semelhantes em diferentes renques devem ter uma sequência paralela em todos os renques. Os Cânones de Cadeias permitem formar classes verticais de conceitos. Neste Cânone é possível observar dois Cânones: Extensão decrescente e Modulação. O primeiro mostra que a intensão das classes que forem ordenadas deve aumentar em direção ao último nível, ou seja, a especificidade de características notadas nos conceitos aumenta. O segundo é responsável por informar que não devem ser pulados passos na criação de classes, explicitando os passos de subdivisão dos conceitos.

Os Cânones para Sequência de filiação (RANGANATHAN, 1967) mostram os princípios para construção de uma hierarquia rígida e consistente. Assim, o Cânon para Classes subordinadas é responsável pela sucessão imediata de classes, não devendo esta ordem ser interrompida por classes diferenciadas. O Cânon das Classes coordenadas diz que as classes oriundas de uma mesma classe superior (superclasse) formam uma série horizontal (renque).

O que podemos notar a partir dos Cânones aplicados ao Plano Ideacional é que são, aparentemente, princípios comuns que

obviamente devem ser respeitados para criação de uma classificação consistente. O que deve ser levado em conta é que estes processos, vistos de forma separada, permitem a criação de um plano sobre o domínio investigado, apontando possíveis falhas na classificação realizada, criando um modelo conceitual forte e baseado em princípios lógicos e estruturais.

A utilização destes princípios estabelecidos por Ranganathan permitirão uma ordenação mais consistente no interior de uma categoria. Ranganathan parte de um método dedutivo (*top-down*) no arranjo de domínios, estabelecendo previamente as categorias existentes. Este processo de visualizar categorias fundamentais dentro de um domínio permite “analisar o domínio a partir de recortes conceituais que permitem determinar a identidade dos conceitos (categorias) que fazem parte deste domínio” (CAMPOS; GOMES, 2008, p. 356).

Estas categorias foram definidas por ele como PMEST (Personalidade, Matéria, Energia, Espaço e Tempo). Vale lembrar que estas categorias fundamentais serviram ao propósito da classificação proposta por Ranganathan, mas não necessariamente precisam ser utilizadas em todos os domínios, podendo receber acréscimos ou reduções.

Tempo, para o autor, é a utilização usual que fazemos de tempo. A categoria Espaço também é facilmente distinta, uma vez que temos incorporado este conceito usualmente, ou seja, um local existente. Energia é definida como a ação, atividade, processo executado por uma entidade. A categoria Matéria pode se apresentar na forma de propriedade ou material, como sua estrutura ou os elementos que constituem uma entidade. Já para a categoria Personalidade, Ranganathan utiliza a forma residual, isto é, caso haja alguma manifestação que não se encaixe em nenhuma das outras categorias (Tempo, Espaço, Energia ou Matéria), ela é classificada como Personalidade. Podemos, para a categoria Personalidade, assumi-la como sendo coisas em geral ou tipos de coisas.

Por fim, abordamos a questão da faceta, que são as manifestações das categorias fundamentais de um domínio, ou seja, os primeiros cortes no domínio a partir das categorias fundamentais.

Todo aparato teórico de Ranagathan, como verificado, permite no campo da elaboração de tesouros a observância de princípios e diretrizes para uma construção mais consistente de sua parte sistemática, ou seja, a representação dos conceitos em classes e subclasses.

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 “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 compartilhada.

A formação do conceito ocorre a partir da seleção de um item de referência em um universo de itens, ou seja, o referente. Afirmativas corretas sobre este item são realizadas através de evidências ou acordo intersubjetivo. Estas afirmações corretas são então aceitas como afirmações verdadeiras através de uma forma verbal, assim sendo, um termo ou nome. É esta forma que permite que ocorra a comunicação de conteúdos entre os indivíduos, utilizando o conceito em nosso universo de discurso, também chamado domínio. Isto permitiu que Dahlberg (1978a, p. 143) definisse conceito como sendo “uma unidade de conhecimento incluindo declarações verificáveis sobre um item selecionado de referência, representado na forma verbal”.

Deste modo temos que (A) são afirmações que expressam atributos sobre o item de referência (B) e a forma verbal (C) utilizada na representação. A síntese deste modelo pode ser vista na Figura 2. A

Figura 3, do chamado Triângulo do conceito, e que deriva da Figura 2, serve como modelo formal para representar as partes do conceito. Deste modo, coloca a fonte da criação do conceito — o item de referência — no topo e o significado, que pode ser observado como a representação de características, na parte inferior esquerda. O termo então é colocado na parte inferior direita como última parte a ser determinada (DAHLBERG, 1978a).

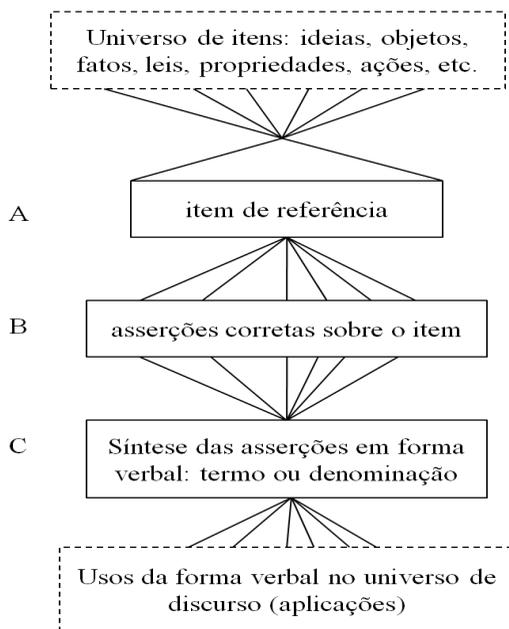


Figura 2: Modelo de construção do conceito

Fonte: DAHLBERG (1978a)

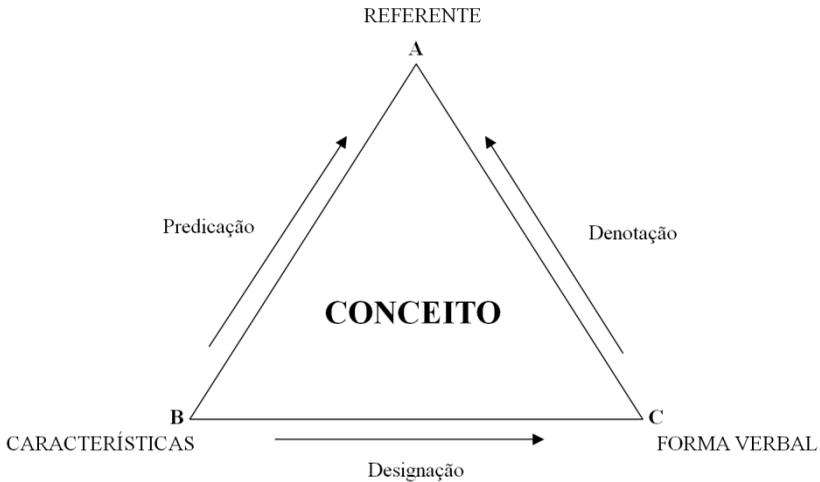


Figura 3: Triângulo do conceito

Fonte: DAHLBERG (1978a, p. 144)

Conceitos podem ser individuais ou gerais. Para o entendimento deste, partimos dos objetos individuais e gerais. Objetos individuais são aqueles existentes, realmente, no tempo e no espaço, sendo exclusivos e apresentando características que os distinguem dos demais. Podemos tomar como exemplo de objetos individuais a Ponte Rio-Niterói ou a Estátua da Liberdade. Os objetos gerais, por sua vez, estão situados fora do tempo e do espaço, podendo ser considerados como as generalizações dos objetos individuais. Ponte e estátua são exemplos de objetos gerais.

Para objetos, individuais ou gerais, como vimos, é possível realizar asserções sobre eles. Caso o item de referência — o objeto — seja individual, é possível realizar descrições sobre ele, com indicações de tempo e espaço, podendo ser chamados de conceitos individuais, quando relacionados ao conceito. De outro modo, se o item de referência é algo geral, como pessoas e instituições, ou algo abstrato, como uma propriedade, as afirmações sobre este item resultarão em definições. (DAHLBERG, 1978b).

A capacidade humana de realizar asserções sobre objetos permite que se crie enunciados sobre eles. É com base nos enunciados sobre conceitos que, sejam eles individuais ou gerais, podem ser elaborados conceitos a respeito de objetos. 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, 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 necessárias e (ii) acidentais.

A partir de características essenciais é que conceitos gerais são definidos. A partir da adição de características acidentais, em relação às características essenciais, existe a formação de conceitos individuais. Características essenciais e acidentais podem ainda ser subdivididas em essência constitutiva (ter determinada estrutura) ou essência consecutiva (ter alguma propriedade) e acidentais gerais (ter uma forma) ou acidentais individualizantes (relação com espaço e tempo), respectivamente (DAHLBERG, 1978b).

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.

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). Estes 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 (CAMPOS; GOMES, 2008).

Isto pode ser aferido a partir das palavras de Dahlberg (1978b):

[...] categorias têm uma capacidade de estruturação: não apenas estruturas 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. Com seu uso consciente, então, o corpo do nosso conhecimento pode se manter unido, pode se mover e pode ser flexível — e pode

crescer organicamente. (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” (DAHLBERG, 1978b). Esta pode ser subdividida em outros dois tipos de relações hierárquicas, relação gênero/espécie ou abstração/especificação e relação lateral (relação renque ou horizontal). 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).

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 (DAHLBERG, 1978b).

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 (DAHLBERG, 1978b).

A relação funcional-sintagmática — onde são identificadas as relações associativas — permite que algumas características possam ser identificadas, a partir de processos ou operações. São exemplos: instrumentalidade, condição, coocorrência, lugar, causalidade, modalidade, resultado, tempo, finalidade, potencialidade etc.

Cumprindo dizer, finalizando a questão das relações, que as normas atuais para construção de tesouros admitem a relação de

instância. Esta relação identifica uma ligação entre uma categoria geral de coisas ou eventos e uma instância (exemplo) individual desta categoria (ANSI/NISO, 2005).

Ressalta-se aqui a importância das questões sobre definição, pois os tesouros conceituais se 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. Nas palavras de Campos (2004, p. 26) podemos corroborar esta afirmação: “definir é evidenciar não somente quais são os elementos constitutivos do objeto e sua funcionalidade em dado contexto, mas também o que é o objeto. Desta forma está implícita uma estrutura classificatória” (CAMPOS, 2004).

Por fim, chegamos à proposta definitiva de definição, elaborada por Dahlberg:

definição é o estabelecimento de uma equivalência entre o termo (o *definiendum*) e as características necessárias do referente de um conceito (o *definiens*) para o propósito de delimitar o uso do termo em discurso. (DAHLBERG, 1978a, p. 149).

No âmbito das atividades tesourográficas, a definição é um elemento importante, pois permite evidenciar características dos conceitos que possibilitam o seu posicionamento em um sistema de conceitos.

DA ONTOLOGIA A ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

Neste capítulo apresentaremos alguns significados do termo ontologia, a partir da revisão de literatura, com o objetivo de identificar o que mais se apropria ao nosso trabalho, com o propósito de definir o que consideraremos como ontologia de fundamentação.

O termo ontologia surge no início do século XVII, mais especificamente remete aos anos de 1606 e 1613, quando Jacob Lorhard escreve o *Ogdoas Scholastica* e Rudolf Göckel o *Lexicon philosophicum*. Mais tarde, em 1730, o termo ganha popularidade entre os filósofos através de Christian Wolff, com a publicação de *Philosophia prima sive Ontologia* (SMITH; WELTY, 2001; GUIZZARDI, 2005). A etimologia do termo está ligada ao verbo grego *ontos* (ser), como prefixo, e a *logos* (estudo), como sufixo, podendo ser traduzida como *o estudo da existência do ser*. Assim, podemos pensar a ontologia como o estudo da existência das coisas a partir de suas categorias, podendo ser utilizada na metafísica para tentar responder a seguinte questão: “que coisas existem?”.

No campo da Inteligência Artificial, os estudos em ontologia tiveram sua difusão no início dos anos 1990, agregando também pesquisadores das áreas de Engenharia do Conhecimento, processamento de linguagem natural e representação do conhecimento. Estas áreas viam na ontologia um modo de trabalhar com integração e recuperação da informação, gestão do conhecimento, sistemas multiagentes etc. Isto era possível, de acordo com as áreas supracitadas, pela característica de compartilhamento de informações que a ontologia possui, permitindo que as lacunas existentes na comunicação entre

homem e máquina fossem sanadas, tais como ambiguidade, quantidade exorbitante de informação desorganizada, entre outras (DING, 2001; FENSEL et al., 2001).

Outro aspecto também muito ressaltado pela Inteligência Artificial foi o uso de ontologias para representar conhecimento em um domínio, como relatam Gruber (1993a), Guarino (1997a; 1998a) e Smith (2002). Para esta área, a definição de ontologia é próxima de como foi descrita pelo filósofo Willard Quine, sendo o que existe é o que pode ser representado (BORST, 1997; SMITH, 2002). Com efeito, nota-se a predisposição para que, nesse campo, o conhecimento existente seja representado e, a partir de uma linguagem computacional, seja possível seu processamento ou manipulação automática através de universos de discurso representados.

Neste sentido, Chandrasekaran, Josephson e Benjamins (1999, p. 20) apresentam uma definição de ontologia para a área de Inteligência Artificial. Para esses autores, uma ontologia

é um vocabulário de representação, frequentemente especializado em um domínio ou assunto. Mais precisamente, não é o vocabulário, como tal, que se qualifica como uma ontologia, mas as conceitualizações que os termos do vocabulário destinam-se a capturar. (CHANDRASEKARAN; JOSEPHSON; BENJAMINS (1999, p. 20).

A definição clássica de Gruber (1993a, 1993b) para ontologia, a qual é citada em diversos trabalhos, é que “uma ontologia é uma especificação explícita de uma conceitualização”. Assim segue o autor:

Este termo é emprestado da filosofia, onde uma ontologia é uma proposta sistemática de existência. Para sistemas de Inteligência Artificial (IA), o que ‘existe’ é o que pode ser representado. Quando o conhecimento de um domínio é representado em um formalismo declarativo, o conjunto de objetos que podem ser representados é

chamado de universo de discurso. Este conjunto de objetos e os relacionamentos descritíveis entre eles são refletidos no vocabulário representacional com o qual um programa baseado em conhecimento representa um conhecimento. Assim, no contexto de Inteligência Artificial, podemos descrever a ontologia de um programa pela definição de um conjunto de termos representacionais. Em tais ontologias, definições associam os nomes das entidades no universo de discurso (ex.: classes, relações, funções, ou outros objetos) com textos legíveis por humanos, descrevendo o que os nomes significam, e axiomas formais que assegurem a interpretação e o bem formado uso destes termos. Formalmente, uma ontologia é a declaração de uma teoria lógica. (GRUBER, 1993a, 1993b).

Posteriormente, Borst (1997, p. 12) amplia a definição de Gruber e diz que “uma ontologia é uma especificação formal de uma conceitualização compartilhada”.

As definições propostas por Gruber (1993a, 1993b) e Borst (1997) permitem ressaltar alguns pontos da constituição de uma ontologia, como a questão do formalismo declarativo a que uma ontologia está posta, permitindo clareza e concisão na inferência de informações através do vocabulário representacional. A conceitualização diz respeito à forma como as entidades são vistas/abstraídas, bem como suas relações. O parâmetro formal é dado pela possibilidade de realizar o processamento automático por máquinas e, por fim, compartilhada significa que tem o entendimento e aceitação de uma comunidade.

As definições expostas permitem notar que na Inteligência Artificial uma ontologia é vista como um vocabulário representacional de elementos conceituais e suas propriedades, bem como suas relações com outros elementos, coletadas a partir da conceitualização de um domínio, ou seja, representa-se o que existe no mundo.

Guarino e Giaretta (1995), no entanto, apontam um problema de interpretação do termo “conceitualização” na definição proposta por Gruber (1993a, 1993b). Segundo os autores, a definição permite entender que uma conceitualização é “um conjunto de relações extensionais que descrevem um estado particular das coisas”, enquanto uma interpretação satisfatória mostra que a conceitualização de uma ontologia deve ser intensional, ou seja, uma conceitualização como “uma estrutura semântica intensional que codifica as regras implícitas restringindo a estrutura de um pedaço de realidade”. Isto permitiu que Guarino (1998a) definisse uma ontologia como

uma teoria lógica correspondente ao significado pretendido de um vocabulário formal, ou seja, seu compromisso ontológico com uma conceitualização particular de mundo. Os modelos pretendidos de uma linguagem lógica usada como vocabulário são restritos pelo seu compromisso ontológico. Uma ontologia indiretamente reflete esse compromisso (e a conceitualização subjacente) pela aproximação desses modelos pretendidos. (GUARINO, 1998a).

Complementar à definição proposta, Guarino (1998a) aponta a direção para o entendimento do que vem a ser ontologia para a Filosofia e para a Inteligência Artificial:

No sentido filosófico, podemos referenciar uma ontologia como um sistema particular de categorias que representam certa visão de mundo. Como tal, esse sistema não depende de uma linguagem *particular*: a ontologia de Aristóteles é sempre a mesma, independentemente da linguagem utilizada para descrevê-la. [...] em seu uso mais comum na Inteligência Artificial, uma ontologia se refere a um *artefato de engenharia*, constituído por um *vocabulário* específico usado para descrever certa realidade, além de um conjunto de suposições explícitas sobre o

significado pretendido das palavras do vocabulário. Este conjunto de pressupostos geralmente tem a forma de uma teoria lógica de primeira ordem, onde palavras do vocabulário aparecem como predicados unários ou binários, respectivamente chamados conceitos e relações. (GUARINO, 1998a).

Para ilustrar o que foi afirmado, Guarino e Giaretta (1995) e Guarino (1997b) relatam o problema de blocos sobre uma mesa, dizendo que embora os *estados das coisas* possam ser diferenciados, a estrutura da conceitualização proposta é a mesma, não interferindo na arrumação dos mesmos.

No entanto, a existência de trabalhos em diversas áreas da Ciência da Computação fez com que surgissem grande número de definições, descrições e abordagens sobre ontologia. Esta variedade de definições diz respeito à forma como a ontologia é pesquisada, estudada e trabalhada dentro de diferentes áreas da Ciência da Computação. Assim, existem trabalhos desenvolvidos dentro da Web Semântica, Inteligência Artificial, trabalhos que se dedicam às máquinas de inferência, orientação a objetos, processamento de linguagem natural, design conceitual de banco de dados e na modelagem conceitual.

Smith e Welty (2001) sintetizam os vários usos do termo ontologia na literatura a partir de uma ordem crescente de complexidade: (a) catálogo, onde cada produto tem um único código correspondente; (b) a busca comparativa em textos integrais; (c) glossários, como provedores de definições de termos; (d) tesouros, com a padronização da informação registrada, além da descrição de termos, a hierarquia que o constitui e os relacionamentos entre os conceitos; (e) taxonomias, provendo uma estrutura de classes entre os conceitos; (f) sistemas baseados em *frames*, com taxonomias, relações entre objetos e restrições; e (g) um conjunto de restrições lógicas gerais, podendo representar a apropriação do termo ontologia para sua definição.

Em Guarino e Giaretta (1995) são apresentadas e discutidas sete possibilidades de interpretação do termo ontologia, como segue:

- (1) Ontologia como uma disciplina filosófica;
- (2) Ontologia como um sistema conceitual informal;
- (3) Ontologia como uma proposta semântica formal;
- (4) Ontologia como uma especificação de uma “conceitualização”;
- (5) Ontologia como um modelo de um sistema conceitual através de uma teoria lógica:
 - (5.1) caracterizada por propriedades formais específicas;
 - (5.2) caracterizada apenas por seus propósitos específicos;
- (6) Ontologia como um vocabulário usado por uma teoria lógica;
- (7) Ontologia como uma especificação (metanível) de uma teoria lógica.

De acordo com os autores, a interpretação (1) apresenta características diferenciadas de qualquer outra definição exposta, já que diz respeito a uma ciência. As interpretações (2) e (3) descrevem uma ontologia como uma entidade conceitual “semântica”, ao passo que (5), (6) e (7) dizem respeito a objetos “sintáticos”, sendo (5) nada mais que uma teoria lógica formal. Em (6), a ontologia é vista como um vocabulário controlado disponibilizado para uso da lógica formal exposta em (5), e em (7) como um metanível de especificação de uma teoria lógica, vislumbrando especificar os componentes de um dado domínio. Os autores ainda apontam a interpretação (4), oriunda da área de Inteligência Artificial, como a que apresenta problema, dizendo que sua interpretação depende do entendimento dos termos “especificação” e “conceitualização”.

Ainda de acordo com Guarino e Giarretta (1995), após apresentar e discutir as sete interpretações possíveis, o significado do termo ontologia pode ser limitado a três interpretações:

- (1) ontologia como sinônimo de uma teoria ontológica, onde são estabelecidos axiomas em todo mundo possível que é admitido para o domínio;

(2) ontologia como uma especificação de um compromisso ontológico;

(3) ontologia como sinônimo de conceitualização.

Para fins desse trabalho, vamos nos deter ao terceiro significado de ontologia, ou seja, como sinônimo de uma conceitualização. Entendemos uma conceitualização como uma abstração, sempre imperfeita, de uma parcela do mundo, compreendendo como este universo pode ser visto. Este mundo criado a partir da abstração deve obedecer a regras do mundo fenomenal, construção que obtemos respeitando o acordo ontológico estabelecido⁷.

De modo a elucidar os elementos constituintes de uma ontologia dentro da área de Inteligência Artificial, Gruber (1993a) diz que uma ontologia é composta por classes, relacionamentos, funções, instâncias e axiomas. Noy e McGuinness (2001) dizem que este artefato é composto por (a) classes, também chamadas de conceitos, (b) propriedades, que descrevem características e atributos dos conceitos, (c) restrições e (d) instâncias. Assim, “uma ontologia juntamente com um conjunto de instâncias individuais de classes constituem uma base de conhecimento” (NOY; MCGUINNESS, 2001).

Para nosso estudo, utilizaremos a síntese dos componentes de uma ontologia, proposta por Ramalho (2010):

- Classes e subclasses: agrupam um conjunto de elementos, *coisas*, do *mundo real*, que são representadas e categorizadas de acordo com suas similaridades;

⁷ Guarino e Giaretta (1995) conceituam compromisso ontológico como “uma proposta semântica parcial da conceitualização proposta de uma teoria lógica”, convergindo para o estabelecimento de uma intensionalidade na conceitualização como descritor de um compromisso ontológico (GUARINO, 1998a). Abbagnano (1998, p. 160), após analisar as posições de Quine e Carnap, diz que um compromisso ontológico “é a base de qualquer determinação do significado de existência”. Isso nos permite pensar o compromisso ontológico, ou acordo ontológico, como um nível intermediário entre conceitualização e a ontologia, ou seja, faz com que os conceitos abstraídos estejam dentro da realidade do domínio, possibilitando a comunicação entre máquina e seres humanos de forma compartilhada.

- Propriedades: descrevem as características, adjetivos e/ou qualidades das classes;
- Relacionamentos: trata-se dos relacionamentos entre classes pertencentes ou não a uma mesma hierarquia, descrevendo e rotulando os tipos de relações existentes no domínio representado;
- Regras e axiomas: enunciados lógicos que possibilitam impor condições, como tipos de valores aceitos, descrevendo formalmente as regras da ontologia e possibilitando a realização de inferências automáticas a partir de informações que não necessariamente foram explicitadas no domínio, mas que podem estar implícitas na estrutura da ontologia;
- Instâncias: indicam os valores das classes e subclasses, constituindo uma representação de objetos ou indivíduos pertencentes ao domínio modelado, de acordo com as características das classes, relacionamentos e restrições definidas.

O estudo de ontologia em diversas áreas faz com que surjam vários tipos de instrumentos. Embora sua estrutura seja adequada em cada caso de estudo e/ou trabalho, é possível perceber “características e componentes básicos comuns presentes em grande parte delas [...] mesmo apresentando propriedades distintas, é possível identificar tipos bem definidos” (ALMEIDA; BAX, 2003, p. 9). Quanto a isso, Almeida e Bax (2003) fazem uma revisão da tipologia existente na literatura, apresentando um quadro que relaciona as ontologias quanto à (a) função, (b) grau de formalismo, (c) aplicação, (d) estrutura e (e) conteúdo. Para este trabalho, o interesse recai sobre o grau de formalismo e a estrutura da ontologia, onde a primeira descreve ontologias como altamente informais, semi-informais, semiformais e rigorosamente formais, enquanto a segunda classificação apresenta estruturas de alto nível, de domínio e de tarefa.

Uschold e Gruninger (1996) apresentam divisão quanto ao grau de formalismo no desenvolvimento de ontologias. Segundo os autores, uma ontologia pode ser:

- Altamente informal: são expressas em linguagem natural, ou seja, sem qualquer tipo de controle;
- Semi-informal: são expressas em linguagem natural, mas de maneira restrita e estruturada;
- Semi-formal: expressa em linguagem artificial, definindo um vocabulário controlado;
- Rigorosamente formal: são definidos termos com semântica formal, teoremas e provas e suas propriedades.

Por outro lado, Guarino (1997a; 1998a) classifica os tipos de ontologia de acordo com o nível de dependência de uma tarefa específica ou ponto de vista, conforme indicado na Figura 4:

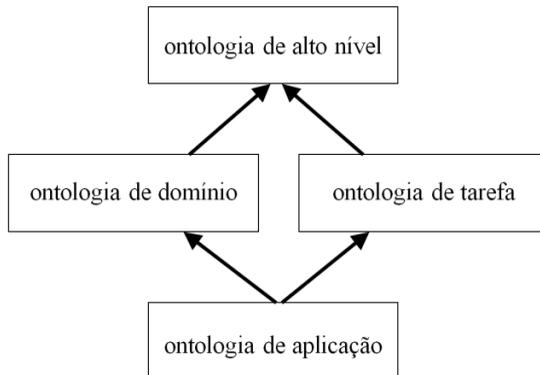


Figura 4: Tipos de ontologias de acordo com o nível de dependência de uma tarefa específica ou ponto de vista

Fonte: GUARINO (1997a; 1998a)

- Ontologia de alto nível: descreve conceitos gerais, como espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação etc. independentemente de um problema particular ou domínio;

- Ontologia de domínio: descreve um vocabulário relacionado a um domínio genérico;
- Ontologia de tarefa: descreve uma tarefa ou atividade relacionadas a um domínio genérico;
- Ontologia de aplicação: descreve conceitos a partir tanto de um domínio quanto de uma tarefa específica, podendo ser uma especialização de ambos. Esses conceitos podem representar papéis desempenhados por entidades enquanto desenvolvem certa atividade.

A proposta de Guarino (1998a) é que ontologias sejam construídas genericamente, ou seja, independentes de domínio.

A seguir, vamos detalhar como estaremos utilizando os conceitos de ontologia de domínio e ontologia formal. Estes fundamentais para a elaboração de ontologias de fundamentação, uma vez que compõe a representação de dado domínio.

Navigli e Velardi (2004) destacam que a importância das ontologias de domínio está relacionada com o advento da Web Semântica. Segundo os autores, seu objetivo principal é

reduzir (ou eliminar) a confusão conceitual e terminológica entre os membros de uma comunidade virtual de usuários [...] que precisam compartilhar documentos eletrônicos e informações de vários tipos. Isto é conseguido através da identificação e da correta definição de um conjunto de conceitos relevantes que caracterizam um dado domínio de aplicação. (NAVIGLI; VELARDI, 2004, p. 151).

Musen (1998) também compartilha de uma definição nesse sentido, acrescentando que são “descrições formais de classes de conceitos e dos relacionamentos entre os conceitos que descrevem uma área de aplicação”.

Ressaltamos, pautados em Navigli e Velardi (2004, p. 152-153), três fatores que devem ser observados para que as ontologias de domínio sejam utilizáveis:

- Cobertura: os conceitos do domínio devem ser descritos permitindo à ontologia cobrir os conceitos relevantes e as relações existentes entre eles;
- Consenso: pesquisadores envolvidos em determinado domínio devem concordar em questões básicas que envolvam o domínio, firmando um consenso entre os conceitos do domínio;
- Acessibilidade: além de estar facilmente acessível, a ontologia deve compartilhar e exportar informação de forma fácil, precisa e clara.

Isso nos remete ao estudo das ontologias formais, notando que as definições sobre ontologia envolvem um modo de representação, de formalização do conhecimento existente, a fim de que possa ser acessado e compartilhado através de conceitos e categorias que satisfaçam a compreensão de um domínio. Buscamos, então, definir ontologias formais a partir de conceitos estabelecidos na literatura que trata do assunto.

Campos (2001a, p. 118) afirma que a ontologia formal está baseada em três questões:

- Quais entidades existem em um dado universo?
- Como essas entidades podem ser classificadas em um dado universo?
- Como elas podem se relacionar?

Como os tipos de ontologias são variados, optamos por demonstrar a visão de Guarino (1998a) para reafirmar essa diferenciação e seguir o caminho formal do artefato.

No caso mais simples, uma ontologia descreve uma hierarquia de conceitos relacionados por relações de subsunção; em casos mais sofisticados, axiomas apropriados são adicionados a fim de expressar outras relações entre conceitos

e para restringir sua interpretação pretendida. (GUARINO, 1998a).

Guarino (1998b) mostra que, de modo prático, uma ontologia formal é como uma teoria das distinções, onde (i) as entidades do mundo são incluídas em nosso domínio de discurso, ou *particulares* e (ii) as propriedades e relações são usadas para falar sobre entidades, ou *universais*.

Para Sales (2006), a ontologia formal está classificada entre a ontologia semi-formal e a ontologia rigorosamente formal, sendo plasmada a partir do controle de vocabulário e da lógica de primeira ordem. Campos (2001a, p. 111) vai além, dizendo que uma ontologia formal “elabora redes conceituais com relações que formam cadeias lógicas como, por exemplo, as relações de generalização e agregação”. Outrossim, “a ontologia formal, como o próprio nome indica, é um formalismo classificado no nível ontológico, pois sistematiza conhecimento pretendendo a formalização de definições axiomáticas” (CAMPOS, 2004, p. 25).

Com efeito, podemos dizer que uma ontologia formal está baseada em elementos como categorias e axiomas, demonstrando relações e propriedades dos conceitos e permitindo que a interpretação sobre dado conceito seja restrita, dada através de um vocabulário controlado definido, delimitando o significado intensional de um vocabulário, permitindo maior controle sobre o domínio que está sendo mapeado, assegurando qualidade às inferências realizadas.

Gruber (1993b) afirma que “ontologias formais são projetadas”, ou seja, modeladas, devendo ser baseadas em noções de naturalidade e verdade. Para Gruber (1993b) e Uschold e Gruninger (1996), os critérios são, preliminarmente, os que seguem:

- Clareza: objetividade na definição de termos e em seus significados, inclusive na documentação em linguagem natural. A definição deve ser objetiva, independente do contexto social ou computacional, sendo capaz de realizar a comunicação eficaz do significado dos termos definidos. O

formalismo empregado deve ser utilizado para a garantia de que isto ocorra.

- Coerência: não possibilitar contradições, realizando inferências consistentes a partir das definições;
- Extensibilidade: deve possibilitar que novos termos sejam “antecipados” a partir do vocabulário já existente, permitindo que novos termos possam ser incluídos no sistema sem que seja necessária a revisão de conceitos já estabelecidos;
- Mínimo viés de codificação: a conceitualização deve ser especificada no nível do conhecimento sem depender de uma codificação de nível simbólico particular;
- Compromisso ontológico mínimo: estabelecido fielmente em relação ao mundo modelado.

Chegando a definição do que vem a ser uma ontologia formal, passamos a buscar a definição de ontologia de fundamentação, bem como as bases teóricas e metodológicas utilizadas na construção de seu modelo conceitual. Deste modo, apoiamos-nos em algumas definições encontradas na literatura da área de Ciência da Computação, em especial na área de Modelagem Conceitual, a qual busca princípios filosóficos para a construção deste tipo de ontologia.

Uma ontologia de fundamentação é, para Guizzardi (2006), “uma teoria de senso comum independente de domínio construída a partir da agregação adequada de diferentes áreas, como a metafísica descritiva, lógica filosófica, ciência cognitiva e linguística”. De forma mais completa, entende que a ontologia de fundamentação está baseada na ontologia formal, objetivando identificar categorias gerais de certos aspectos da realidade que não são específicos a um campo científico, descrevendo conhecimento independentemente de linguagem, de um estado particular das coisas ou ainda do estado de agentes (GUIZZARDI, 2005).

Também encontramos na literatura outras definições que evidenciam o processo de modelagem do domínio em estudo: “ontologias de fundamentação são teorias axiomáticas sobre categorias

gerais independentes de domínio, como *objetos, atributos, eventos, partição, dependência e conexões espaço-temporais*” (SCHNEIDER, 2003).

Borgo e Masolo (2009) trazem a definição de ontologias de fundamentação a partir de quatro itens (características): (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.

Com base nas definições apresentadas, podemos dizer que uma ontologia de fundamentação apresenta princípios que estão concernentes com uma ontologia formal. Estes princípios, apesar de independerem de um dado domínio, permitem a elaboração de modelos para a representação de diversos contextos de representação, sendo altamente reutilizáveis. É também caracterizada por ser filosoficamente bem fundamentada, permitindo a explicitação de uma visão da realidade, ou seja, do acordo ontológico estabelecido, com determinação de regras de restrição, bem como conceitos, categorias e metapropriedades.

O destaque dado às ontologias de fundamentação ocorre do fato da perspectiva de melhora na comunicação entre agentes que lidam com exportação de informações, como recuperação e extração de informação, Web Semântica, controle de conhecimento etc., atuando como referência para que agentes se comprometam com certa teoria, como um conjunto de diretrizes formais para modelagem de domínio e como ferramenta facilitadora de interoperabilidade entre sistemas. Assim, de acordo com Gangemi (2002), há uma negociação de significados que permite a agentes artificiais estabelecerem um tipo de negociação entre si, bem como permitir que estes atuem colaborativamente com seres humanos.

Nota-se a importância das ontologias de fundamentação no que tange a seus princípios filosóficos bem fundamentados para modelagem domínios. Esta importância é explicitada por Guizzardi, Falbo e Guizzardi (2008) ao relatarem que a ontologia de fundamentação

permite a explicitação dos compromissos ontológicos da ontologia que representa um domínio, agregando fidelidade, consistência e clareza na representação.

Isso nos leva a crer que, apoiados no discurso de Guizzardi (2005), a principal contribuição das ontologias de fundamentação está na 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. Este tipo de ontologia pode fornecer semântica baseada no mundo real e restringir interpretações sobre seus conceitos, baseadas em um vocabulário próprio. Isso nos permite interpretar as ontologias de fundamentação como fornecedoras de uma estrutura ontológica, as quais criam um *corpus* capaz de testar e validar o modelo conceitual gerado.

Pela estrutura básica apresentada, a ontologia de fundamentação permite que seja criado um processo decisório na escolha de quais elementos devem ser representados, bem como isto deve ser feito, além de modelar as relações entre os objetos. A ontologia de fundamentação visa, ainda, fornecer “teoria que pode ser usada para avaliar e melhorar a qualidade conceitual das classes hierárquicas e taxonomias de conceito” (GUIZZARDI, 2005, p. 14), classificando e posicionando os conceitos no sistema, visando uma modelagem de domínio eficaz.

4.1 Um percurso pelas bases teóricas e metodológicas da ontologia de fundamentação

Uma vez que as ontologias de fundamentação são desenvolvidas para fornecer subsídios para a criação de modelos conceituais independentes de domínio, são 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, estas 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 ontologias 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 (2005) 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 fragmentos⁸: (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, buscam agrupar conceitos e categorias gerais que, apoiados por uma ontologia de fundamentação, subsidiam a modelagem conceitual.

Ainda que exista um debate filosófico sobre a distinção entre objetos e processos (HELLER; HERRE, 2004), evidenciaremos aqui de forma breve. 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

⁸ A tese de Guizzardi (2005) contempla apenas a UFO-A. UFO-B e UFO-C foram desenvolvidas posteriormente.

dos *endurants*, eles “são no tempo”, enquanto no caso dos *perdurants*, eles “acontecem no tempo”. Podemos utilizar como exemplo para *endurants* o caso de um carro ou uma mesa, pois sua identidade se mantém ao longo do tempo, mesmo que algum de seus constituintes seja modificado (é possível, por exemplo, trocar um pneu de um carro ou alterar a posição dos pés de uma mesa, mas eles continuarão sendo, respectivamente, um carro e uma mesa). Um *perdurant*, por sua vez, pode ser demonstrado como um evento, processo ou atividade, aquilo que tem duração temporária, como, por exemplo, um processo de seleção de pessoal ou um ato de cortar grama.

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

Como já foi mencionado, a UFO-A é uma ontologia de fundamentação capaz de modelar objetos (*endurants*), coisas e suas propriedades. Serão, a partir de agora, apresentados os elementos, as categorias presentes nesta ontologia de fundamentação, tomando por base o trabalho *Ontological foundations for structural conceptual models* de Guizzardi (2005) e discussões realizadas no âmbito do grupo de pesquisa Ontologia e taxonomia: aspectos teóricos e metodológicos⁹.

Visto a razoável complexidade que a abordagem de modelagem fornecida pela UFO-A apresenta, advinda, principalmente, de noções filosóficas, ressaltamos que estes pontos serão tratadas de forma resumida ao longo do capítulo, visando melhor elucidação dos elementos da ontologia de fundamentação. Deste modo, tomaremos por base trabalhos realizados por Guarino (1998a, 1998b), Campos (2001a) e Guizzardi (2005) para iluminar o percurso.

Uma vez que a UFO-A é uma ontologia que pretende fornecer maior nível semântico do mundo para a modelagem conceitual de dado

⁹ <http://www.ontotaxo.uff.br>

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 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 (CAMPOS, 2001a). Neste sentido, Guarino (1998b) diz que a partir da utilização do critério de identidade como princípio ontológico para caracterizar as coisas, e a consequente limitação de conexões “é um”, a taxonomia resultante reflete uma semântica clara.

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. Pode-se ilustrar isto a partir de duas propriedades: pessoa e estudante. A primeira é uma propriedade rígida, uma vez que uma pessoa nunca deixa de ser uma pessoa ao longo de

sua existência, enquanto a propriedade estudante é não rígida, já que a propriedade estudante pode aparecer em apenas um período de tempo da existência de determinada entidade (GUIZZARDI, 2005).

Dependência vai existir, como o próprio nome denota, a partir da existência de uma coisa estar condicionada à existência de outra. Por exemplo, uma dor de cabeça só existe a partir da existência de uma pessoa; um casamento existe apenas a partir da existência de duas pessoas que se comprometem com este ato. Assim, são “estudos das diversas formas de dependência existencial que envolvem indivíduos específicos que pertencem a classes diferentes” (GUARINO, 1998b).

Guarino (1998b) mostra que a noção de dependência revela algumas questões, como: (i) a existência real de um *individual* implica necessariamente na existência real de outro indivíduo específico (*dependência rígida*), por exemplo, a relação existente entre uma pessoa e seu cérebro; (ii) a existência real de um indivíduo implica necessariamente na existência de algum indivíduo real que pertença a uma classe específica (*dependência genérica*), como, por exemplo, a relação entre uma pessoa e seu coração; e (iii) o fato que um *individual* pertence a uma classe em particular necessariamente implica a existência de um *individual* diferente pertencente a outra classe (*dependência de classe*), sendo, neste caso, como exemplo, a existência de relacionamento entre a classe “Pai” e a classe “Filho”.

Esta noção de *dependência* pode ser vista da 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; 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, 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*, sendo nomeado *quale*. Estas estruturas são exemplos de *abstract particulars (moments)* (GUIZZARDI, 2005).

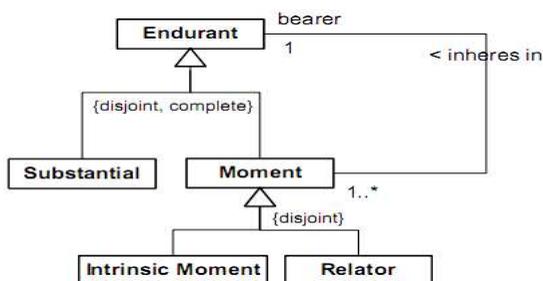


Figura 5: *Moments* e seus únicos portadores

Fonte: 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, podendo apenas existir a partir da existência (dependência) de outra entidade. Os *substantial universals* podem ser classificados em *sortal universals* ou *mixtin universals*.

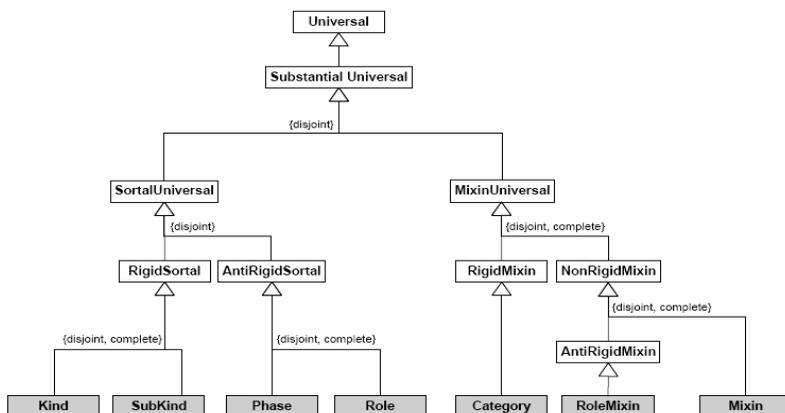


Figura 6: Distinções ontológicas em uma tipologia de universais substanciais

Fonte: GUIZZARDI (2005)

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 *antirrigidez* 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 *antirrígido* 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*¹⁰.

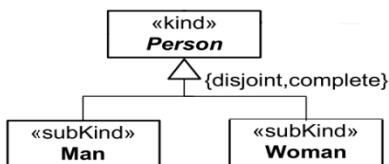


Figura 7: *kind* e *subkind*

Fonte: Guizzardi (2005)

Phase e *role* são *sortals* antirrígidos. *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.

¹⁰ Em modelagem conceitual, *subkind* é, geralmente, suprimido, sendo utilizado *kind*.

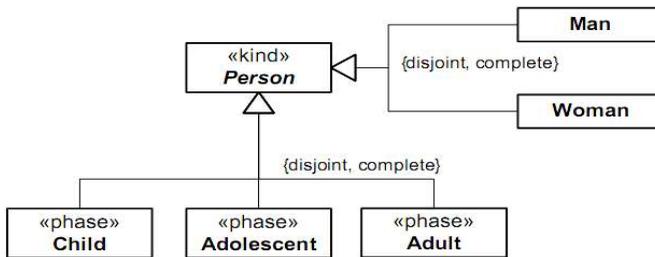


Figura 8: Duas partições do mesmo *kind* ‘*person*’: uma partição *subkind* (*Man*, *Woman*) e uma partição *phase* (*Child*, *Adolescent* e *Adult*)

Fonte: Guizzardi (2005)

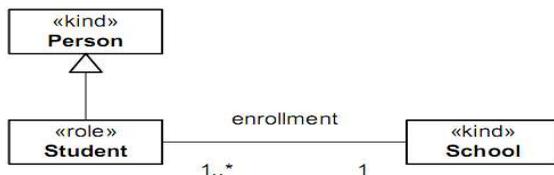


Figura 9: Exemplo do *sortal role*

Fonte: Guizzardi (2005)

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

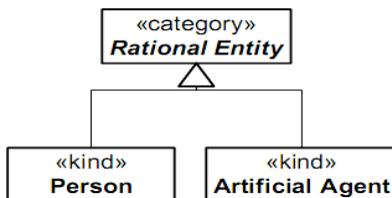


Figura 10: Exemplo de *category*

Fonte: Guizzardi, 2005, p. 113

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 um engradado sólido.

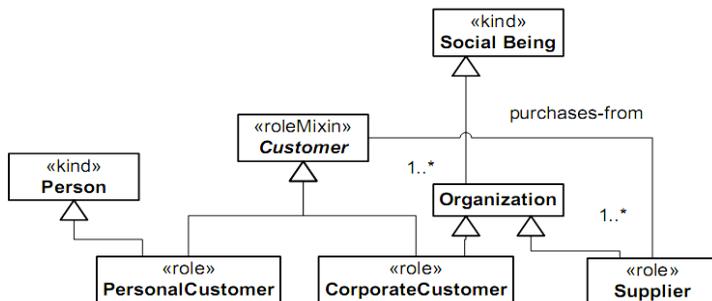


Figura 11: Roles com tipos disjuntos permitidos

Fonte: Guizzardi (2005)

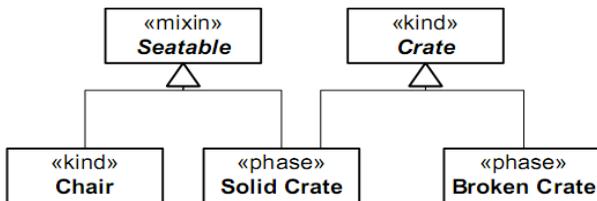


Figura 12: Exemplo de *mixin*

Fonte: Guizzardi (2005)

Para que possam existir ligações entre as categorias há relações (ligações entre entidades) 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. Pode-se usar como exemplo “paciente recebe tratamento em uma unidade médica”, onde “*tratamento*” é o *relator*, o intermediário da relação, podendo esta entidade compreender características adicionais que uma relação formal não comportaria, como duração do tratamento, por exemplo. Por consequência, podemos compreender que o *relator* é dependente de duas ou mais entidades.

Como buscamos mostrar, a complexidade que envolve o modelo da ontologia de fundamentação UFO-A permite compreender categorias gerais independentes de domínio para modelagem. Tal complexidade ocorre devido ao fato de a 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.

UMA COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS CONCEITUAIS DE TESAuros CONCEITUAIS E ONTOLOGIAS DE FUNDAMENTAÇÃO

A priorização da análise e comparação das bases teórico-metodológicas utilizadas na modelagem conceitual de cada sistema — tesaurus conceitual e ontologia de fundamentação — visa permitir a observação e estabelecimento de questões estruturais e lógicas do objeto em estudo, atuando como um procedimento sistemático.

Privilegiamos, neste caso, o processo (comparativo) mais do que o modelo em si. Isto 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.

A análise comparativa ocorre a partir da observação dos elementos dos modelos conceituais dos instrumentos, tomando por base o 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 o constituem: (a) método de raciocínio; (b) objeto de representação; (c) relações entre os objetos e; (d) formas de representação gráfica. Estes princípios serão observados aqui a partir do enfoque da Ciência da Informação e da Ciência da Computação, disciplinas responsáveis pela construção de tesaurus conceituais e ontologias de fundamentação, respectivamente.

Como a modelização de domínios de conhecimento advém da necessidade de investigação de domínios a partir de teorias que não sejam dependentes da estrutura do domínio em questão, ou seja, deve compreender teorias e metodologias que permitam representar uma

realidade a partir diversas possibilidades de quaisquer universos de discurso, compreende relações teórico-metodológicas que permitem ao modelizador a utilização de princípios não representados em um modelo específico, mas no ato de pensar os princípios independentemente de domínio (CAMPOS, 2004), indo ao encontro das teorias e metodologias apresentadas na construção de modelos conceituais dos instrumentos em questão nesta obra.

A utilização deste modelo de observação de elementos permite a agregação de modos de pensar a representação de domínios, possibilitando 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). Observando-o — o modelo de agregação proposto por Campos (2004) —, constata-se que sua estrutura parece capaz de compreender os elementos passíveis de análise e comparação aqui propostos, abarcando elementos da Ciência da Informação e da Ciência da Computação na construção de tesouros conceituais e ontologias de fundamentação¹¹, respectivamente. O processo de comparação dos elementos dos modelos conceituais de tesouros conceituais e ontologias de fundamentação será iniciado a partir dos elementos observados em tesouros conceituais e que são contemplados pelo modelo de agregação proposto para análise.

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 primeiro possibilita pensar o domínio a partir de categorias genéricas, sem estabelecer uma relação direta com os elementos que estão no contexto do domínio. A estruturação dos elementos no interior das categorias seria um processo *a posteriori*. O segundo método é responsável por examinar inicialmente os elementos e as relações entre eles, não partindo, *a priori*, de nenhuma noção de categorias fundamentais. O

¹¹ Cabe lembrar, apenas para fins de esclarecimento, que a ontologia de fundamentação está plenamente baseada na ontologia formal, esta analisada por Campos (2004).

objeto de representação, por sua vez, é considerado, em geral, como “a menor unidade de manipulação/representação de um dado contexto” (CAMPOS, 2004, p. 26).

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 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” (CAMPOS, 2004, p. 31).

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

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. 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. Exemplificando: inicia-se a análise do domínio com grandes categorias, como as estabelecidas por Ranganathan: Personalidade, Matéria, Energia, Espaço e Tempo (PMEST). A partir disso, sabe-se que facetas, elementos e, conseqüentemente, classes que constituem o domínio farão parte de alguma destas categorias, ou seja, um método dedutivo é aplicado ao domínio. 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). Deste modo, entende-se que o domínio apresentará categorias ao final da análise dos conceitos, embora não se conheça inicialmente quais são, chegando-se a elas a partir da análise dos conceitos. Na literatura analisada verifica-

se o emprego ora do método dedutivo e ora do método indutivo — método analítico-sintético (híbrido) (CAMPOS; GOMES; MOTTA, 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. Por outro lado, “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 traga à tona 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, segundo mostram os estudos realizados, a menor unidade de representação em um contexto. A Ciência da Informação, a partir da Teoria do Conceito, admite a existência 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 de os 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. 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. Podemos ter, por exemplo, o objeto individual Ponte Rio-Niterói. Este objeto seria representado

através de seu conceito geral: Ponte. Também é importante lembrar que a norma ANSI/NISO (2005) contempla a relação de instanciação. A referida norma designa um novo tipo de entidade que pode ser representada em tesouros conceituais, a instância (objeto individual, em Dahlberg).

Parece-nos que a utilização de instâncias na construção de tesouros, além de sua observação e extração de conhecimento conceitual sobre uma entidade geral a ser representada, seria válida em domínios específicos, como, por exemplo, um tesouro desenvolvido especialmente sobre acidentes geográficos, onde relevos terrestres diferenciados necessitem ter seu conteúdo conceitual explicitado de acordo com os tipos de acidentes geográficos e as instâncias (exemplos) conhecidas/notáveis sobre aquele acidente. Ou então dentro de um tesouro que fosse utilizado em um museu, onde cada peça teria sua característica individualizante.

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.

A representação da ontologia de fundamentação deve começar a partir da distinção ontológica dos elementos que serão representados. Assim, como exemplifica Guizzardi (2005), se se selecionar o objeto maçã como um tipo (*kind*), isto pode ser justificado pelas metapropriedades que são atribuídas ao termo, ou seja, o significado que pretendemos dar ao objeto (maçã). Esta distinção está baseada no nível ontológico proposto por Guarino (1994). Assim sendo, podemos compreender que a ontologia de fundamentação está pautada em instâncias (particulares), universais, propriedades e classes, ou seja, conceitos representáveis, como sendo seus objetos de representação.

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. Estas 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, em seção posterior, que as relações existentes em ontologias de fundamentação são de uma variedade extremamente maior. Deste modo, apresentaremos 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, a saber: (a) relação categorial; (b) relação hierárquica; (c) relação partitiva e; (d) relação funcional-sintagmática.

A **relação categorial** é apresentada na construção de tesouros através da relação formal-categorial na Teoria do Conceito. Esta relação toma por base o referente escolhido, impondo-lhe um processo de categorização e permitindo que seja organizada a estrutura do domínio, conferindo estabilidade e flexibilidade a esta estrutura, sendo esta uma proposta trazida por Dahlberg a partir da Teoria do Conceito. Este processo é substancialmente diferente do utilizado na Teoria da Classificação Facetada, onde as categorias (PMEST) são definidas *a priori* e os elementos “encaixados” nestas categorias. Na ontologia de fundamentação, a observação parte dos objetos e a partir deles são estabelecidas as relações. Neste processo, “a categoria, especificamente, é considerada uma classe de nível mais amplo, tendo como função possibilitar uma classificação geral do domínio em questão” (CAMPOS, 2004, p. 28).

A **relação hierárquica** é compreendida por conceitos de mesma natureza, ou seja, aqueles elementos que já estão agrupados em

determinada categoria. Como mencionado anteriormente, em tesouros conceituais a relação hierárquica compreende as relações gênero/espécie e relação lateral (conceitos em renque). Na ontologia de fundamentação, novamente por sua base estar situada na ontologia formal, a relação de gênero/espécie permite organizar taxonomicamente a estrutura do domínio. Neste processo, como lembra Campos (2004), pode ser observada a questão da identidade dos objetos como forma de verificação da natureza dos mesmos. Podemos ressaltar também as noções de dependência e rigidez. A primeira versa sobre a existência de uma entidade espécie estar condicionada a existência de uma entidade gênero, e a segunda responde pela entidade ser a mesma ao longo do tempo (essência), mesmo sofrendo alterações. Este tipo de relação é, ainda segundo Campos (2004), de vital importância para uma estrutura classificada, além de fornecer base para o primeiro elemento da definição de um conceito.

Neste ponto podemos observar na ontologia de fundamentação, procurando clareza, alguns elementos de sua estrutura taxonômica, como *kinds* e *subkinds*. Estes elementos, como vistos anteriormente, são *sortals universals*, fornecendo um princípio de identidade para suas instâncias, sendo responsáveis pela taxonomia estruturante do domínio representado. Estes elementos não são a relação propriamente dita, mas indicam que entre eles existe uma relação de superordenação/subordinação. Por exemplo, Pessoa é um *kind* que pode ser especificado em Homem ou Mulher, como *subkind*. Ao existir elementos *kind* e *subkind* na modelagem de um domínio, há relação hierárquica entre os elementos. Ressalta-se que o estabelecido pela UFO-A em sua estrutura taxonômica não significa que os elementos são um tipo de relação entre si, mas que existe um tipo de relação entre eles que, no caso, é uma relação hierárquica.

Outro tipo de relação é a **relação partitiva** ou **parte-todo**. Como o próprio nome denota, esta relação compreende a ligação entre o todo e suas partes e a relação das partes entre si. Basicamente este é o entendimento sobre a relação partitiva na construção de tesouros conceituais. A ontologia de fundamentação, por sua vez, compreende o

estudo aprofundado desta relação, destinando uma área da Filosofia para estudar especificamente os relacionamentos entre o todo e as partes de uma entidade. Não vamos nos deter aqui em tentar uma abordagem mereológica¹² para explicar este tipo de relação utilizado na ontologia de fundamentação, visto que o objetivo deste trabalho não compreende esta situação e sua descrição merece um estudo dedicado.

A **relação funcional-sintagmática** pode ser reconhecida como uma relação que torna “evidente uma determinada demanda, ou função, entre os objetos no mundo fenomenal, não objetivando explicitar o objeto e suas propriedades” (CAMPOS, 2004, p. 30), ou seja, este tipo de relação é conceitualmente orientado a processos ou operações (DAHLBERG, 1978b). A ontologia de fundamentação não explicita este tipo de relação, mas a ontologia formal fornece subsídios para que seja trabalhada através da noção de dependência a ligação entre os conceitos, explicitando a “dependência existencial, envolvendo indivíduos específicos pertencentes a classes diferentes” (CAMPOS, 2004, p. 30). Assim, embora não nomeada desta forma, a ontologia de fundamentação possui uma vasta tipologia destas relações, as quais serão mais bem explicadas posteriormente.

A ontologia de fundamentação, como verificado, apresenta um modelo de representação a partir de uma tipologia de objetos, ou seja, *endurants* e *perdurants*. Desta forma, as relações trabalhadas ficam no âmbito daquelas que formam/organizam uma estrutura, ou seja, as relações hierárquicas e partitivas. Uma ontologia, em ação propriamente dita, precisa fundamentalmente destes tipos de relações, as quais serão melhor compreendidas quando discutirmos as diferenças entre os modelos no item seguinte.

¹² Mereologia, do grego “parte”, é a teoria das relações de partição: das relações de parte com o todo e das relações de parte com parte (SEP, 2009).

Tipo de relação	Tesauro conceitual	Ontologia de fundamentação
Categorial	Pressupõe a existência de categorias em dado domínio, dependendo do método de observação (dedutivo/analítico-sintético)	Observação parte dos objetos, estabelecendo as relações. → domínio classificado em categorias (universais) → método indutivo / “analítico-sintético”
Hierárquica	Gênero/espécie (cadeias e renques) → permite organizar taxonomicamente a estrutura do domínio	Gênero/espécie (“é um”) → permite organizar taxonomicamente a estrutura do domínio
Partitiva	Ligação entre o todo e suas partes e a relação das partes entre si	Estudo aprofundado deste tipo de relação → Mereologia
Funcional-sintagmática	Relação sobre uma demanda ou função entre os objetos, não objetivando explicitar o objeto e suas propriedades (não explicitado na parte sistemática)	Ontologia formal fornece subsídios para que seja trabalhada, através da noção de dependência, a ligação entre os conceitos (não explicitado no modelo)

Tabela 1: Síntese da comparação das relações entre objetos no tesauro conceitual e na ontologia de fundamentação

Fonte: Autor

Chegando, por fim, às **formas de representação**, verifica-se 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 não são desenvolvidas. A ontologia de fundamentação vem explorando o ferramental tecnológico para constituição taxonômica de elementos que compõem um domínio, desenvolvendo aparatos capazes de projetar visualmente a constituição do domínio.

Neste sentido, o OntoUML¹³ visa garantir a expressão gráfica do modelo projetado e disponibilizar de forma automatizada a validação de um modelo conceitual através da estrutura lógica da ontologia referencial e da axiomatização do metamodelo, além de conter padrões de modelagem de ontologias.

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. Este processo é, sem dúvida, afetado pelo domínio do ferramental de desenvolvimento tecnológico daquela área.

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

A comparação de elementos, como mencionado, partiu do tesouro conceitual por compreendermos que o modelo de agregação de elementos (princípios) proposto por Campos (2004) toma como base este tipo de instrumento para sua análise inicial. Entendemos que, com isto, alguns elementos existentes em tesouros conceituais não estão presentes em ontologias de fundamentação e vice-versa. Esta seção busca analisar estes elementos, tecendo considerações a respeito de cada um deles.

¹³ OntoUML é um metamodelo da linguagem de modelagem UML (*Unified Modeling Language*) que atua como uma ferramenta de apoio a modelagem conceitual de ontologias, permitindo verificar de forma automatizada a validação de um modelo conceitual.

5.2.1 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. Abordamos em 5.1 quais destes elementos poderiam ser comparados em relação à ontologia de fundamentação. Com isto, as categorias e classes foram ditas como 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.

O interesse inicial em investigações sobre definição é pertencente à Filosofia, ou seja, apresenta cunho estritamente teórico.

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 realmente é, ou seja, sua natureza.

É necessário, por exemplo, 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 (CAMPOS, 2010). Deste modo, a definição bem elaborada de objetos presentes em tesouros conceituais tem *status* de fundamental importância e 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) categorias a(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 categorias identificam os gêneros a que o conceito pertence, sendo, por último, importante conhecer a expressão verbal a ser utilizada.

Este conhecimento advém da forma com que a informação é estruturada e conceitualizada, criando um modelo cognitivo (conceitual) que interpreta as coisas do mundo, ou seja, explicitam-se suas classes.

Como o objetivo deste trabalho não é trabalhar com definições em si, mas reconhecer e destacar sua importância para a modelagem de domínio, trabalhos mais minuciosos podem ser encontrados em Hegenberg (1974), Dahlberg (1983), Michael, Mejino Jr. e Rosse (2001) e Campos (2010).

5.2.2 Ontologia de fundamentação

Uma ontologia de fundamentação compreende o fornecimento de um nível semântico superior para a modelagem de um domínio. Sendo assim, trata da concepção ontológica 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, 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. Estes conceitos permitem a classificação de elementos existentes em um domínio.

Como mostrando anteriormente em diversas figuras, 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* antirrígido, não podendo um *kind*, o qual é um *sortal* rígido, estar subordinado a ele. Este pode ser considerado um ponto-chave na ontologia de fundamentação.

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 que, a partir da noção de cada tipo de elemento, a estruturação do formalismo 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 em uma mesma representação formal do domínio, seja objeto ou processo, a ontologia de fundamentação parte *a priori* da identificação da natureza destes conceitos em contextos diferenciados, elaborando modelos por tipologia de categorias do objeto, ou seja, como no caso da UFO-A.

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 estabelecem ligação direta entre entidades, permitindo que seja utilizada uma grande variedade de relações sem o uso de entidades intermediárias, abrindo um grande leque de relações como instanciação, parte-todo, membros, associação, comparação (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 tesauros conceituais. Neste momento a relação triádica, compreendida pela explicitação das categorias envolvidas e da forma de relação entre elas, existente em ontologias, ganha proporção, podendo ser estabelecida praticamente qualquer relação fenomenológica entre entidades¹⁴.

Em ontologias as relações também podem ser impostas através de axiomas, o que estabelece a restrição (interpretação) desejada. Esta possibilidade ocorre através do processamento computacional possibilitado pelas ontologias (de fundamentação).

A questão tecnológica, como já assinalada, é uma das grandes diferenciações entre tesauros (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, com isto 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, responsável pelo mapa estrutural do domínio coberto pela ontologia, os axiomas são uma chave essencial à construção da ontologia. O detalhamento e a complexidade dos axiomas são necessários para que as respostas oferecidas pelo sistema sejam confiáveis e baseadas no compromisso ontológico estabelecido.

¹⁴ Uma análise mais acurada sobre relações conceituais em ontologias pode ser encontrada em Sales (2006).

Como vimos, o ser humano mantém comunicação através de uma conceitualização (modelos conceituais) compartilhada sobre a realidade. 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, neste 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.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista que no capítulo 5 foram apresentadas semelhanças e diferenças entre os modelos conceituais dos instrumentos, este capítulo será responsável por apresentar alguns apontamentos sobre a perspectiva focalizada que não seriam observadas a partir da comparação estrita dos elementos dos modelos conceituais.

Buscamos refletir a partir da comparação dos modelos conceituais de tesouros conceituais e ontologias de fundamentação, sem relegar importantes observações sobre os instrumentos, o que permitiu ter uma visão ampla sobre os elementos, teorias e metodologias utilizadas em suas construções.

Com base nisso, observaram-se aspectos importantes a partir da Ciência da Informação e da Ciência da Computação e como estas ciências deveriam manter maior relacionamento entre si. A Ciência da Informação, por exemplo, 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, que 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, por outro lado, 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.

Um tesouro, desenvolvido a partir de abordagens da Biblioteconomia e Ciência da Informação, é um instrumento designado por uma lista de termos controlados que mantêm relação semântica e genérica sobre um domínio, sendo uma representação conceitual da estrutura de um domínio de conhecimento. Sua organização semântica ocorre 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. Isto permite que as ontologias possuam maior teor semântico no que diz respeito às suas relações, evitando, quando bem projetadas e filosoficamente bem fundamentadas, diversas inconsistências conceituais.

A Ciência da Computação, segundo constatamos, parece, por vezes, negligenciar o estudo aprofundado de teorias e metodologias capazes de subsidiar a modelagem de domínios, dando preferência à construção de artefatos como solução tecnológica para casos complexos. Esta situação resulta em uma grande quantidade de ontologias disponíveis, sem, no entanto, disporem de uma classificação e reusabilidade consistentes.

Parece-nos não restar dúvidas que um dos grandes fatores de diferenciação entre tesouros (conceituais) e ontologias (de fundamentação) é o entorno digital em que as últimas são desenvolvidas. Embora a utilização de tesouros conceituais seja possível em ambientes digitais, sua utilização é estática, devendo o usuário realizar consultas ao sistema através de assertivas. As

ontologias são, de outra maneira, um tipo de sistema capaz de responder questões formuladas pelos usuários, como por exemplo, “o que causa câncer de pulmão?”. O sistema, então, é capaz de realizar inferências, desde que os elementos conceituais que fazem parte da pergunta estejam em sua base de conhecimento. O fato de as ontologias serem oriundas de um meio computacional permite que a automatização conferida pelo meio lhe sustente a capacidade de realizar inferências tendo por base as restrições impostas, percorrendo regras válidas acionadas por meio de complexos axiomas e responder a essas questões. As ontologias, como instrumentos de organização e representação do conhecimento, abarcam características das linguagens documentárias, fornecendo ainda outros elementos e características, indo além da construção de instrumentos terminológicos e sendo um artefato investido de análises ontológicas em sua modelagem.

No que se refere às relações, pode-se constatar que as teorias referentes à construção de tesouros conceituais explicitam quatro tipos de relações: (a) relação categorial; (b) relação hierárquica; (c) relação partitiva; (d) relação funcional-sintagmática. Estas relações existem também em ontologias de fundamentação. No entanto, as ontologias de fundamentação mantêm diversos outros tipos de relações, como a relação formal e a relação material, sendo a primeira direta entre entidades (compreendendo diversos tipos de relações) e a segunda com utilização de uma entidade intermediária.

A ontologia de fundamentação mantém uma estrutura em forma de árvore (taxonomia) que relaciona os tipos de elementos existentes em sua concepção e que poderão ser cobertos a partir de sua aplicação em um domínio. Estes tipos de elementos dizem respeito à essência de cada objeto/entidade que pode ser encontrado em um domínio e a relação existente entre estes tipos. Em tesouros conceituais, por outro lado, não é possível encontrar uma estrutura que possa sintetizar os tipos de elementos existentes, uma vez que estes não são “estereotipados” de acordo com sua essência, mas a partir de uma classificação de conceitos.

Nossa visão é que este trabalho contribui para deixar explícito que há mais diferenças do que semelhanças entre estes modelos e, conseqüentemente, entre os instrumentos. 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, ou seja, procura delimitar o termo mais adequado para representar determinado conceito, 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.

Acreditamos que a identificação, análise e comparação dos elementos que constituem os formalismos de representação de modelos conceituais de tesouros conceituais e ontologias de fundamentação possam ser úteis em termos teóricos e metodológicos para pesquisadores, principalmente da Ciência da Informação, compreender estes modelos e suas finalidades.

Fica evidente, em nossa opinião, que a Ciência da Informação deveria reunir maiores esforços na tentativa de desenvolver ferramental mais eficaz para a visualização de informações sobre um domínio. Esta questão necessita de grande aporte da tecnologia da informação e de setores como Modelagem Computacional, requerendo ou maior ligação e capacidade de profissionais ligados à informação com o desenvolvimento de sistemas ou maior relação entre os profissionais da informação e outras áreas do conhecimento.

Alie-se a isto a necessidade de que estudos mais aprofundados na área de Organização e Representação do Conhecimento sejam realizados a fim de suprir a carência de pesquisas na área, principalmente estabelecendo relação com outras disciplinas — como supracitado, em especial com a Modelagem Conceitual na Ciência da Computação — permitindo maior relacionamento e comunicação entre pesquisadores com interesses comuns.

Entendemos, por fim, que o conhecimento sobre modelagem de domínios é imprescindível ao profissional da informação, compreendendo questões epistemológicas referentes ao ato de pensar. O tema, interdisciplinar em essência, requer que estas discussões sejam levadas à sala de aula ainda durante o período de graduação, com vistas a habilitar o futuro profissional da informação a pensar possibilidades a partir da utilização de teorias e métodos, instigando-o à pesquisa e a novas formas de explorar o rico mundo da organização do conhecimento.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 1998. 1014 p.

ALMEIDA, M. B.; BAX, M. P. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 7-20, set./dez. 2003. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/download/17/12>>. Acesso em: 25 jul. 2009.

AMERICAN NATIONAL STANDARD/NATIONAL INFORMATION STANDARDS ORGANIZATION. **ANSI/NISO Z39.19: Guidelines for the Construction, Format, and Management of Monolingual Controlled Vocabularies**. Bethesda: NISO Press, 2005.

BATISTA, G. H. R. Redes de conceitos. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 9, n. 1, p. 6-17, jan./jun. 2004. Disponível em: <<http://www.eci.ufmg.br/pcionline/index.php/pci/article/download/347/156>>. Acesso em: 17 out. 2009.

BARBOSA, A. P. Classificações facetadas. **Ciência da Informação**, v. 1, n. 2, p. 73-81, 1972.

BORGO, S. MASOLO, C. Foundational choices in DOLCE. In: STAAB, S.; STUDER, R. (Ed.). **Handbook on Ontologies**. 2. ed. Springer Verlag, 2009. p. 361-382. Disponível em: <<http://www.loa-cnr.it/Papers/IOShandDOLCEv16.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2009.

BORST, W. N. **Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse**. 1997. 227 f. Tese (Doutorado).

Disponível em: <<http://doc.utwente.nl/17864/1/t0000004.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2009.

BRUNO, D.; RICHMOND, H. The truth about taxonomies. **The Information Management Journal**, mar./abr. 2003. p. 44-53.

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. O papel das definições na pesquisa em ontologia. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 15, n. 1, p. 220-238, jan./abr. 2010. Disponível em: <<http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/download/945/683>>. Acesso em: 12 nov. 2010.

CAMPOS, M. L. A. et al. Estudo Comparativo de Softwares de Construção de Tesouros. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 68-81, jan./abr. 2006. Disponível em: <<http://www.eci.ufmg.br/pcionline/index.php/pci/article/download/446/257>>. Acesso em: 10 set. 2009.

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**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 22-32, jan./abr. 2004. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/download/56/53>>. Acesso em: 12 ago. 2009.

CAMPOS, M. L. M.; CAMPOS, M. L. A.; CAMPOS, L. M. Web Semântica e a gestão de conteúdos informacionais. In: MARCONDES, C. H. et al. (Ed.). **Bibliotecas digitais: saberes e práticas**. Brasília: IBICT, 2005. 342 p.

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. Disponível em: <<http://www.eci.ufmg.br/pcionline/index.php/pci/article/download/273/66>>. Acesso em: 22. jul. 2009.

CAMPOS, M. L. A.; GOMES, H. E. Taxonomia e classificação: o princípio de categorização. **DataGramZero**, v. 9, n. 4, ago. 2008. Disponível em: <http://www.dgz.org.br/ago08/Art_01.htm>. Acesso em: 3 jun. 2009.

CAMPOS, M. L. A.; GOMES, H. E.; MOTTA, D. F. **Manual de elaboração de tesouro documentário**. 2004. Disponível em: <<http://www.conexaorio.com/bit/tesauro>>. Acesso em: 14 ago. 2009.

CAVALCANTI, C. R. **Indexação e tesouro: metodologia e técnicas**. Brasília: ABDF, 1978. 87 p.

CHANDRASEKARAN, B.; JOSEPHSON, J. R.; BENJAMINS, V. R. What are ontologies, and why do we need them? **IEEE Intelligent Systems**, v. 14, n. 1, p. 20-26, jan. 1999.

CURRÁS, E. **Tesauros: linguagens terminológicas**. Brasília: IBICT, 1995. 286 p.

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.

DING, Y. **Ontology**: the enabler for the Semantic Web. 2001. Disponível em: <
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=706EDB7F7142E3FB6EF2B03BC14CCDB4?doi=10.1.1.6.5548&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 28 out. 2009.

FENSEL et al. OIL: An ontology infrastructure for the Semantic Web. **IEEE Intelligent Systems**, v. 16, n. 2, mar./abr. 2001.

FOSKETT, A. C. **A abordagem temática da informação**. São Paulo: Polígono; Brasília: UnB, 1973. 437 p.

GANGEMI, A. et al. Sweetening Ontologies with DOLCE. In: GÓMEZ-PÉREZ, A. BENJAMINS, V. R. (Ed.). Knowledge Engineering and Knowledge Management. Ontologies and the Semantic Web, International Conference, 13., EKAW 2002. **Proceedings...** Siguenza, Spain: Springer Verlag, 2002, p. 166-181. Disponível em: <<http://www.loa-cnr.it/Papers/DOLCE-EKAW.pdf>>. Acesso em: 1 dez. 2009.

GNOLI, C. Indexing languages and knowledge organization. **Semiotix**: a global information bulletin, v. 12, maio 2008. Disponível em: <<http://www.semioticon.com/semiotix/semiotix12/sem-12-06.html>>. Acesso em: 25 nov. 2009.

GOMES, H. E. **Classificação, tesauro e terminologia**: fundamentos comuns. 1996. Disponível em: <<http://www.conexaorio.com/bit/tertulia/tertulia.htm>>. Acesso em: 25 jul. 2009.

GOMES, H. E. (Coord.). **Manual de elaboração de tesouros monolíngues**. Brasília: PNBIES, 1990. 78 p.

GOMES, H. E. Tendências da pesquisa em Organização do Conhecimento. **Pesquisa brasileira em Ciência da Informação**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 60-88, jan./dez. 2009. Disponível em: <<http://inseer.ibict.br/ancib/index.php/tpbci/article/download/16/38>>. Acesso em: 2 out. 2009.

GRUBER, T. R. A translation approach to portable ontology specifications. **Knowledge Acquisition**, v. 5, n. 2, p. 199-220, 1993a. Disponível em: <<http://tomgruber.org/writing/ontolingua-kaj-1993.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2009.

GRUBER, T. R. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. **International Journal Human-Computer Studies**, v. 43, 1993b, p. 907-928. Disponível em: <<http://tomgruber.org/writing/onto-design.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2009.

GUARINO, N. Formal Ontology in Information Systems. FOIS'98 Formal Ontology in Information Systems, Trento, Itália. **Proceedings...** 1998a. Amsterdam: IOS Press, p. 3-15. Disponível em: <<http://www.loa-cnr.it/Papers/FOIS98.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2009.

GUARINO, N. Semantic Matching: Formal Ontological Distinctions for Information Organization, Extraction, and Integration. In: PAZIENZA, M. (Ed.). **Information Extraction: A Multidisciplinary**

Approach to an Emerging Information Technology, International Summer School, SCIE-97, Frascati, Itália, p. 139-170, 1997a.

GUARINO, N. Some ontological principles for designing upper level lexical resources. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LANGUAGE IN RESOURCES AND EVALUATION, 1., 1998, Granada. **Proceedings...** 1998b. Disponível em: <<http://www.loa-cnr.it/Papers/LREC98.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

GUARINO, N. The ontological level. In: CASATI, R.; SMITH, B; WHITE, G. (Eds.). **Philosophy and the Cognitive Sciences**. Vienna: Hölder-Pichler-Tempsky, 1994.

GUARINO, N. Understanding, building, and using ontologies: a commentary to "Using explicit ontologies in KBS development", by van Heijst, Schreiber, and Wielinga. **International Journal of Human and Computer Studies**, v. 46, p. 293-310, 1997b.

GUARINO, N.; GIARETTA, P. Ontologies and knowledge bases: towards a terminological clarification. In: N. J. I. MARS (Ed). **Towards very large knowledge bases: knowledge building and knowledge sharing**. Amsterdam: IOS Press, 1995. p. 25-32.

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

GUIZZARDI, G. The Role of Foundational Ontology for Conceptual Modeling and Domain Ontology Representation. Companion Paper for the Invited Keynote Speech, In: INTERNATIONAL BALTIC CONFERENCE ON DATABASES AND INFORMATION SYSTEMS, 7., Vilnius, Lithuania, 2006. **Proceedings...**, 2006.

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**, v. 6, n. 3, jul. 2008.

HEGENBERG, L. **Definições**: termos teóricos e significado. São Paulo: Cultrix, 1974. 144 p.

HELLER, B.; HERRE, H. Ontological categories in GOL. **Axiomathes**, v. 14, n. 1, p. 57-76. 2004a.

HODGE, G. **Systems of knowledge organization for digital libraries**: beyond traditional authority files. Washington: The Digital Library federation, 2000. 37 p. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.33.593&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 14 maio 2009.

INTERNATION ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 2788**: Documentation: guidelines for the establishment and development of monolingual thesauri. Suíça, 1986.

KUMAR, K. **Theory of classification**. 2. ed. rev. New Delhi: Vikas Publishing House, 1981. 538 p.

LANCASTER, F. W. **Vocabulary control for information retrieval**. 2. ed. Arlington: IRP, 1986. 270 p.

LÉVY, P. **A inteligência coletiva**: por uma antropologia do ciberespaço. São Paulo: Loyola, 1998. 212 p.

LIMA, V. M. A. **Da classificação do conhecimento científico aos sistemas de recuperação de informação**: enunciação de codificação e enunciação de decodificação da informação documentária. 148 f. Tese

(Doutorado em Ciências da Comunicação) – Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MICHAEL, J.; MEJINO JR., J. L. V.; ROSSE, C. The role of definitions in Biomedical concept representation. In: AMIA Symp, 2001. **Proceedings...** p. 463-467.

MOTTA, D. F. **Método relacional como nova abordagem para a construção de tesouros**. Rio de Janeiro: SENAI, 1987. 89 p.

MUSEN, M. A. Domain ontologies in software engineering: use of Protégé with the EON architecture. **Methods of Information in Medicine**, n. 37, p. 540-550, 1998.

NAVIGLI, R.; VELARDI, P. Learning domain ontologies from document warehouses and dedicated web sites. **Computational Linguistics**, v. 30, n. 2, p. 151-179, 2004. Disponível em: <http://lcl.uniroma1.it/pubs/CL_2004_Navigli_Velardi.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2009.

NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. (2001). **Ontology development 101: a guide to creating your first ontology**. Stanford: Stanford University, 2001. Disponível em: <http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2009.

PINTO, V. B. Interdisciplinaridade da Ciência da Informação: aplicabilidade sobre a representação indexal. In: PINTO, V. B.; CAVALCANTE, L. E.; SILVA NETO, C. (Org.). **Ciência da Informação: abordagens transdisciplinares: gêneses e aplicações**. Fortaleza: UFC, 2007. p. 105-142.

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

RAMALHO, R. A. S. **Desenvolvimento e utilização de ontologias em bibliotecas digitais**: uma proposta de aplicação. 145 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” — UNESP, Marília, 2010.

SALES, L. F. **Ontologias de domínio**: estudo das relações conceituais e sua aplicação. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Convênio IBICT/UFF, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

SÁNCHEZ, D. M.; CAVERO, J. M., MARCOS, E. On models and ontologies. In: WORKSHOP ON PHILOSOPHICAL FOUNDATIONS OF INFORMATION SYSTEMS ENGINEERING (PHISE'05). **Anais...** 2005, Porto. Disponível em: <<http://kybele.escet.urjc.es/PHISE05/papers/sesionIV/SanchezCaveroMarcos.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2009.

SCHNEIDER, L. How to build a foundational ontology: the object-centered high-level reference ontology OCHRE. In: ANNUAL GERMAN CONFERENCE ON AI, KI 2003: ADVANCES IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 26. **Proceedings...** 2003.

SCHREINER, H. B. Considerações históricas acerca do valor das classificações bibliográficas. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE CLASSIFICAÇÃO BIBLIOGRÁFICA, 1976, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: IBICT/ABDF, 1979. p. 190-207.

SMITH, B. **Ontology and information systems**. 2002. Disponível em: <[http://ontology.buffalo.edu/ontology\(PIC\).pdf](http://ontology.buffalo.edu/ontology(PIC).pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2009.

SMITH, B; WELTY, C. Ontology: towards a new syntehsis. FOIS'01 Formal Ontology in Information Systems, Ogunquit, Maine, EUA.

Proceedings... 2001. Nova Iorque: ACM, 2001. Disponível em: <<http://www.cs.vassar.edu/faculty/welty/papers/fois-intro.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2009.

STANFORD ENCYCLOPEDIA OF PHILOSOPHY (SEP). Mereology. Stanford: Stanford University, 2009. Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/entries/mereology>>. Acesso em: 3 jan. 2011.

TÁLAMO, M. F. G. M.; LARA, M. L. G.; KOBASHI, N. Y. Contribuição da terminologia para a elaboração de tesouros. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 197-200, set./dez. 1992. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/download/1282/917>>. Acesso em: 26 jul. 2009.

TRISTÃO, A. M. D.; FACHIN, G. R. B.; ALARCON, O. E. Sistema de classificação facetada e tesouros: instrumentos para organização do conhecimento. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 161-171, maio/ago. 2004. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/download/88/82>>. Acesso em: 25 jul. 2009.

TOFT, B.; SYD, H. Conceptual knowledge of objects as the core of an information system. In: TKE'93: Terminology and Knowledge Engineering, **Proceedings...**, 1993. Frankfurt: INDEKS-Verlag, 1993. p. 160-170.

UNESCO. **Guidelines for the establishment and development of monolingual thesauri**. Paris: UNESCO, 1973. 37 p.

USCHOLD, M.; GRUNINGER, M. Ontologies: principles, methods and applications. **The Knowledge Engineering Review**, v. 11, n. 12, 1996.

WIELINGA, B. J. et al., From thesaurus to ontology. In: K-CAP, 1., Victoria, British Columbia, Canadá, 2001. **Proceedings...** 2001. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.75.4997&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2010.

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

Editado e impresso por:



www.editoraixtlan.com