

TRÊS ONTOLOGIAS CLÁSSICAS E A WEB SEMÂNTICA

Resumo

O conceito de ontologias se desenvolveu historicamente acompanhando as diversas áreas do saber, as quais se organizaram em determinadas épocas do pensamento humano. Assim, fazer uma análise pormenorizada das ontologias de cada época e relacioná-las ao pensamento é fundamental para o entendimento da dinâmica do próprio conhecimento. Além disto, este estudo visa auxiliar na elaboração das ontologias atuais a partir das relações existentes em determinadas áreas de domínio, sendo possível a ampliação até a análise de áreas temáticas para a web semântica. O objetivo deste trabalho é conceituar três grandes sistemas de ontologias (Aristóteles, Jacob Lorhard e Leibniz-Wolff) e estabelecer a relação destes com a evolução das ontologias e os conceitos da Web semântica atuais.

Palavras-chave: Ontologias clássicas. Web semântica. Ontologias atuais.

THREE CLASSICAL ONTOLOGY AND SEMANTIC WEB

Abstract

The concept of ontology developed historically following the various areas of knowledge, which are organized in certain periods of human thought. So, make a detailed analysis of the ontology of each period and relate them to the thought is fundamental to understanding the dynamics of knowledge itself. Moreover, this study aims to assist the design of ontology from the current relationship in certain areas of the domain, with the possible extension to the analysis of thematic areas for the semantic web. The aim of this study is to conceptualize three major systems ontology's Aristotle, Jacob Lorhard and Leibniz-Wolff, and establish their connection with the development of ontology and the concepts of the current semantic web.

Key-words: Classical ontology. Semantic Web. Current ontologies. Competencies.

Marcos Luiz Mucheroni

Professor do Departamento de
Biblioteconomia e
Documentação (ECA/USP).
Doutor em Engenharia Elétrica
(USP).
mmucheroni@eca.usp.br

Daniel C. de Paiva

Doutorando em Engenharia de
Sistemas Eletrônicos (EP/USP).
nartos@gmail.com

Marcio Lobo Netto

Livre Docente (EP/USP). Professor
do Departamento de
Engenharia de Sistemas Eletrônicos
(EP/ USP).
lobonett@lsi.usp.br

1 INTRODUÇÃO

Na filosofia clássica o termo ontologia foi empregado como referente ao conhecer o que era o ser, mas o ser em geral, tanto a sua razão como o seu logos e assim estreitamente relacionado à lógica, enquanto o sentido ôntico ligado ao ente deve ser pensado como o ser de fato e, portanto, não necessariamente ligado ao logos.

É necessária esta compreensão porque evita a confusão entre realidade ontológica e realidade ôntica. Embora inseparáveis na ordem do ser, são distintas na determinação filosóficas e esclarecedoras nas ontologias atuais.

É importante ainda saber que aceitar esta terminologia não implica a aceitação do pensamento kantiano, que afirma que o sujeito pode conhecer *a priori* unicamente os fenômenos, “como aparecem”, mas não as coisas em si, ou seja, em linguagem kantiana, os *noumenos*. A partir disto, neste trabalho busca-se auxiliar estudos que procuram visualizar e compreender teoricamente as modernas ontologias.

Curiosamente é tanto moderna quanto escolástica, pois também para ela havia tal distinção, e as com sideravam como: ôntico significa o ente ainda não está descoberto pelo espírito como *intelligibile in potentia*, ou seja, que será conhecido de alguma forma, enquanto o ontológico, por sua vez refere-se aos entes já esclarecidos, descobertos e organizados, ou seja, o *intellectum in actu*, ou seja, o que é já lógico, e pode ser explicitado como tal.

Na atualidade, os estudos que procuram desenvolver relações conceituais de diversas naturezas e temas, mas que ainda não são claras deveriam ser ônticas e não ontológicas, enquanto aquelas que já possuem algum consenso dentro de determinado domínio, podem ser colocadas em determinada ontologia e por isto formal.

A compreensão de domínio é, pois importante, porque pode estender o campo de análise do estritamente conceitual para o social. Conforme definição (HJØRLAND, 2004, p. 4): “[...] pode ser uma disciplina, um campo escolar. Pode ser ainda uma comunidade

discursiva conectada a um partido político, à religião, ao comércio, ou a um lazer”, ou seja, uma comunidade discursiva pode ser uma rede social.

Esta abordagem, de acordo com Hjørland (2002), enfatiza uma relação entre a Web semântica e as comunidades discursivas com objetivo de tratar recursos informacionais como sendo identificados, descritos, organizados e disseminados para servirem a um objetivo específico, sendo compatível com a Web em ambiente social. Este trabalho tem como objetivo explorar características desse universo, desenvolvendo ontologias históricas, e a partir de análise de sua importância, indicar que tipos de ontologias podem se estruturar a partir da Web atual.

Para o desenvolvimento das ontologias que serão apresentadas neste artigo foi escolhido o ambiente Protégé (2009), pois este possui código aberto, é multiplataforma, oferece interface gráfica e uma arquitetura para a criação de ferramentas baseadas em conhecimento. Sua arquitetura é modular e permite a inserção de novos recursos (plugins). Além disto, possui alguns exemplos que podem ser consultados pelo usuário, permite a geração de saídas gráficas diversas (diagramas de vários tipos) e está em constante desenvolvimento como pode ser verificado no site da ferramenta.

2 A ONTOLOGIA ARISTOTÉLICA

O conceito de ontologia é amplamente presente no desenvolvimento do conhecimento a partir da Grécia Antiga. Aristóteles assim a definiu:

Há uma ciência que estuda o Ser enquanto ser, e seus atributos essenciais, Ela não se confunde com nenhuma das outras ciências chamadas particulares, pois nenhuma delas considera o Ser em geral, enquanto ser, mas, recortando certa parte do ser, somente desta parte estudam o atributo essencial; como, por exemplo, procedem às ciências matemáticas (ARISTÓTELES, 1978).

Ainda que esta classificação tenha sido modificada, há uma relação essencial com as ontologias modernas, pois ela se distingue do que ele chamou de "ciências particulares, por isto a chamava de Filosofia primeira junto com a Teologia. A retomada hoje de forma menos hierárquica e mais relacional deste tema, significa, de certa forma, o reconhecimento de que é possível tornar o conhecimento universalmente estruturado, mesmo que o progresso nesta linha seja ainda pequeno.

Uma análise de como o conhecimento se estruturava de modo hierárquico neste período ajuda a compreender a dinâmica da própria ontologia em diferentes épocas de organização do conhecimento e ajuda a avaliar como este conhecimento de modo geral poderia ser repensado com auxílio da estrutura computacional e da Web semântica atual.

Esta hierarquia se deve ao fato de que para toda a filosofia clássica e escolástica, o potencial é um conjunto de possibilidades predeterminadas e que sua realização consiste em transformar o potencial em ato, num jogo mecânico e puramente lógico.

A figura a seguir ilustra a ontologia aristotélica usando o ambiente Protégé.

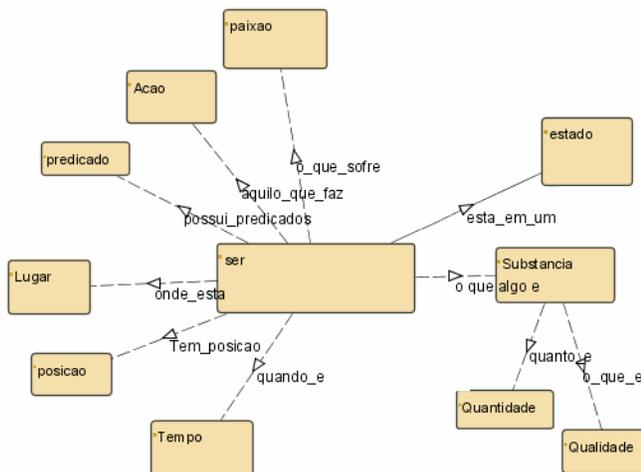


Figura 1 – A ontologia aristotélica usando a ferramenta Protégé
Fonte: ARISTÓTELES, 1978.

Para o virtual existe um conjunto de nós de tendências, de forças e de objetivos que se atualizam na tentativa da resolução de um problema qualquer, e que acontecem num processo, que por sua vez induz novos processos de virtualização, o que significa um processo criativo de desenvolver a solução de certa problemática, voltando, portanto ao estágio virtual de nós e possibilidades (LÉVY, 1996).

A observação do desenvolvimento tendo o ser ou ente ao centro é ontológica.

3 AS ONTOLOGIAS DE JACOB LORHARD, FRANZ BRENTANO COMPARADAS A ARISTOTÉLICA

Essencialmente as ontologias de Jacob Lorhard e Franz Brentano são uma visão da ontologia aristotélica, assim são separadas aqui das “ontologias” de Spinoza (1632-1677), Gottfried Leibniz (1646-1716) e Christian Wolff (1679-1754).

A ideia da matéria governando todo o mundo dos seres em leis objetivas e claras vê toda a estrutura do mundo apenas como simples agregado de átomos, e que poderia ser escrito como uma máquina, então, como explicar aquilo que era de origem espiritual? Ou ainda como não separar corpo e alma?

E então porque ir ao outro lado, porque explicar a realidade deste mundo, partindo de um pensamento que não tinha um único dado imediato? Esta é exatamente a questão primordial, como é possível o saber em geral, se unicamente pode-se conhecer só coisas individuais, quando esse saber opera constantemente com conceitos gerais e com leis universais, se o próprio universo tem leis enigmáticas?

Por isto as leis da gravitação Universal e os sistemas de Copérnico e Galileu foram fundamentais para a crise que se instaurou e a grande perda foi a separação do sentido ontológico até então ciência “primeira” do sentido empírico e idealista.

No entanto, o problema do período medieval permaneceu aberto, como saber articular o saber em geral se só é possível conhecer coisas individuais, também chamadas singulares, se ao mesmo tempo este saber opera com conceitos gerais e universais, e este

por sua vez está diretamente relacionado à questão da ontologia, ou seja, ao que são os seres em geral?

Descartes resolveu este problema valendo-se das ideias inatas e da construção de um paralelismo entre as leis do pensamento e as leis do ser em geral, porém criando uma dualidade entre ser e pensar.

Um grupo de pensadores deste período, partindo também das ideias inatas preservou o sistema ontológico, os já citados: Baruch Spinoza, Gottfried Leibniz e Christian Wolff, permitindo sistemas unificados embora polêmicos e diferentes entre si.

Alguns sistemas ontológicos persistiram, embora marginal na literatura de diversas áreas, um destes sistemas é o de Franz C. H. H. Brentano (1838-1917).

Por outro lado, a metafísica geral ou ontologia, se ocupou do formalismo embora distinto daquele exclusivamente lógico que em especial pode ser identificado na ontologia de Franz-Brentano (BERTI, 2001).

Para Sowa (2000) Franz Brentano organizou as categorias de Aristóteles também como hierarquia, mas na forma de árvore, onde as categorias são os nós folhas e cujos ramos são rotulados por termos retirados do pensamento de Aristóteles.

É um caminho já mais próximo da formalização, uma vez que cada nó tem alguma relação com as folhas, visto que os ramos são rotulados.

O progresso da visão do universo e da matéria de modo mecânico e determinista crescia de tal forma que era quase impossível voltar atrás. A visão do cosmos como um conjunto de engrenagens penetrou de tal forma na filosofia que já não encontrava mais resistência. O sistema ontológico construído por Jacob Lorhard (1561-1609) fosse conhecido e amplamente divulgado, inclusive como primeiro trabalho sistemático de ontologia, graças a ele, permaneceu, ainda que secundária.

De acordo com a discussão de sua época, esta ontologia embora diferente daquela que Leibniz e Spinoza pensaram, eles a colocam ainda como filosofia importante mesmo que

não a “primeira” Aristotélica, ela foi relevante para o diálogo com a modernidade porque a inseria como “metafísica” universal e particular.

Assim, embora a relação possa ser vista exclusivamente como hierárquica, ela representa na verdade a construção de um sistema conceitual partindo de universais e estes por sua vez possuem uma relação hermenêutica que identificam uma época.

Na ontologia formal “é um(a)” (“is a” ou ISA) define uma propriedade em uma ontologia mínima de universais para a estruturação de um domínio.

Pode-se observar na ontologia de Jacob Lorhard (Figura 2), que a relação essencial da hermenêutica no final da idade média incluía a relação do universal com o particular, eixo do diálogo escolástico, conhecido como “querela dos universais”.

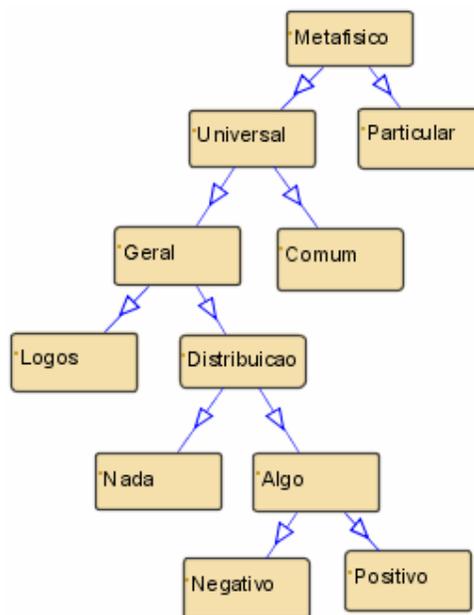


Figura 2 – A ontologia de Jacob Lorhard (1606) construída no ambiente Protégé

Fonte: LORHARD, 1606.

A crise com ontologia em Kant foi dirigida à pretensão desta ciência como "ciência primeira" sem uma prévia exploração dos fundamentos da possibilidade de conhecimento. Isto é sem dúvida a sua primeira crítica à razão, em especial à sua identificação com a metafísica.

A sobreposição da ontologia com a metafísica geral representa assim o início das significações dos vocábulos "metafísico" e "ontologia", tudo o que se refere ao "para além", muitas vezes em filosofia confundido com um "para-si" não subjetivo, significando um ser visível e diretamente experimentável permanece como objeto e por isto chamada de "metafísica especial" conforme Mora [1970].

Esta posição era confortável para o racionalismo nascente, porém junto com a ideia de Deus, as diversas formas de imaginário e de utopias foram eliminadas como subjetivo, ainda que sobrevivesse o necessário subjetivismo empirista, porém também se perderam aspectos fundamentais ao "ser" do homem como o emocional, a magia, o imaginário, enfim tudo aquilo que Max Weber chamou de "desencanto do mundo".

Esta relação pode ser observada nas ontologias clássicas de Aristóteles e Lorhard e justamente o decaimento da metafísica, tornou a supressão da ontologia possível, e sua retomada através de ontologias formais é ainda recente.

Uma síntese do pensamento sobre ontologia em comparação com as formulações propostas por Dahlberg pode ser encontrada em Campos (2004). Neste trabalho é dito que Dahlberg teve por objetivo a classificação proposta por Aristóteles na Antiguidade Clássica, ou seja, a definição de categorias para o entendimento do conceito, e não apenas para classificar um domínio de conhecimento/atividade. A relação entre as categorias de Aristóteles e Dahlberg pode ser vista no quadro 1.

Quadro 1 - Categorias de Aristóteles e de Dahlberg

Aristóteles		Dahlberg
Substância	ENTIDADES	Fenômenos Objeto geral Objeto material
Quantidade Qualidade Relação	PROPRIEDADES	Contagem e mensuração <i>idem</i> Comparação
Tempo Posição Espaço	DIMENSÕES	<i>idem</i> <i>idem</i> <i>idem</i>

Fonte: Adaptado de Campos (2004).

A compreensão de ontologias formais pode ser vista dentro do sistema esquecido proposto por Leibniz e Wolff, ainda que não tenha sido finalizado.

Note-se que nas categorias de Dahlberg a substância é transformada em fenômeno, essencial para a retomada de uma subjetividade, porém permanecem os aspectos ainda estritamente matemáticos da ciência, ou seja, de propriedades lógicas positivas.

As dimensões de tempo e espaço absolutas, seguem inalteradas, somente com uma profunda compreensão da física quântica moderna é possível alterar esta visão.

A concepção de um ciberespaço “desterritorializado” (LÉVY, 1996) auxilia uma nova visão de espaço e tempo e amplia esta visão.

A noção de tempo entretanto é mais difícil de ser elaborada se não recorremos a modelos ainda muito pouco populares como os modelos da física quântica ou sem as teorias da relatividade geral e restrita para a qual se chega ao resultado que a simultaneidade dos fatos não existe sempre, ou corpos viajando em velocidades diferentes tem tempos diferentes.

4 O SISTEMA ESQUECIDO DE LEIBNIZ-WOLFF

Apesar das concepções ontológicas de Leibniz, Spinoza e Christian Wolff, em função do sistema proposto por Jacob Lorhard, terem permitido que esta discussão permanecesse, ainda que submersa até muito recentemente, a crise da modernidade, a interdisciplinaridade, e uma complexidade conceitual nova reascenderam este tema ainda que algo permaneça confuso e seu desenvolvimento seja incipiente.

O materialismo construído desde por Thomas Hobbes (1588-1679), foi se ampliando com o extraordinário desenvolvimento das ciências e do saber em geral. Desde o idealismo de Immanuel Kant (1724-1804) até o enciclopedismo de Denis Diderot (1713-1784), o pensamento filosófico tornou-se independente da ontologia.

Para Kant (1983), que nega o inatismo, o espírito existe como resultado de uma síntese operada pelo sujeito transcendental a partir de uma massa informe das sensações, criando ou ampliando (desde Parmênides) a dualidade sujeito/objeto.

Só que, desta maneira, se torna impossível o conhecimento da coisa em si, o conhecimento de uma realidade em si existente pura, além dos fenômenos, deve permanecer circunscrito ao domínio da intuição sensível, e, fora da sensação, "as categorias são vazias". E, desta forma, há um esvaziamento da ontologia em geral.

A escola de Leibniz-Wolff criou a ontologia como ciência racional por excelência e designava-se ao estudo de todas as questões que afetam o chamado *sermo* de ente, ou seja, o conhecimento dos "gêneros supremos das coisas".

A ontologia de Leibniz nunca finalizada, a qual propunha uma "característica ou língua universal" pode agora ser repensada em função das ferramentas computacionais que permitem mergulhar na complexidade conceitual.

O conceito de expressão é essencial na filosofia de Leibniz, sua abordagem está em uma interpretação matemática da expressão. Esta noção organiza e faz convergir reflexões acerca da teologia, da ontologia e da epistemologia leibnizianas.

A ontologia é colocada neste modelo relacionada ao conhecimento, através da filosofia “das coisas”, mas reorganizando-a pode-se visualizar melhor este sistema.

Diversos trabalhos podem compor o estudo destas duas ontologias, assim como é possível compor uma ontologia de Espinoza, entre eles pode-se citar o trabalho original de Lohard (1606) e de Christian Wolff (1729) sobre Leibniz, o trabalho de Gilson (1949) que os chama de racionalistas “essencialistas” e cuja síntese pode ser encontrada em alguns importantes compêndios de filosofia (FERRATER MORA, 1963).

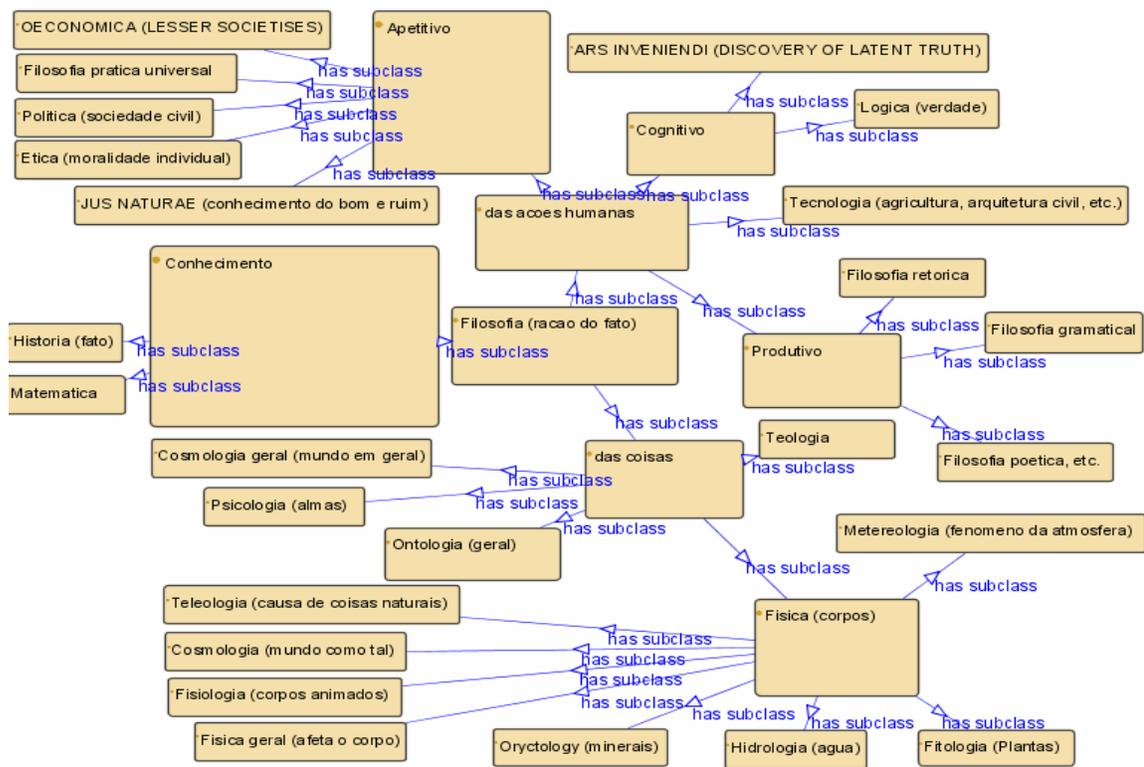


Figura 3 - O modelo “conceitual” de Leibniz-Wolff no ambiente Protégé
 Fonte: WOLFF, 1729.

É possível perceber no “sistema” o relacionamento das coisas com a ontologia geral, assim como das coisas com a teologia e ontologias que estão no “centro” deste sistema. Ainda que a filosofia tenha um relacionamento com o conhecimento e este por sua vez com a História e a Matemática, a criação de uma ontologia é possível reorganizando-a a partir do conhecimento, embora isto requeira um estudo aprofundado, fez-se uma primeira tentativa no sistema pensado a seguir.

A partir do mesmo sistema gerado no ambiente Protégé, e colocando como nó central – o sistema não é necessariamente hierárquico, mas relacional – pode-se redescobrir as relações deste sistema, tendo de um lado a Matemática e a História, e de outro o conhecimento do bem. Percorrendo o sistema por suas categorias chega-se à lógica e à verdade – nós da parte inferior, sem considerar hierarquia.

Note-se na ontologia leibniziana que pode-se orientar o fluxo do conhecimento em diversas direções, ou para ser mais didático, movimentar a ontologia em qualquer sentido para perceber que a relação de hierarquia é sempre arbitrária e depende exclusivamente do ponto de particular do conceito do qual se parte para perceber que todo o fluxo de dependência das áreas torna-se diferente embora a ontologia permaneça a mesma.

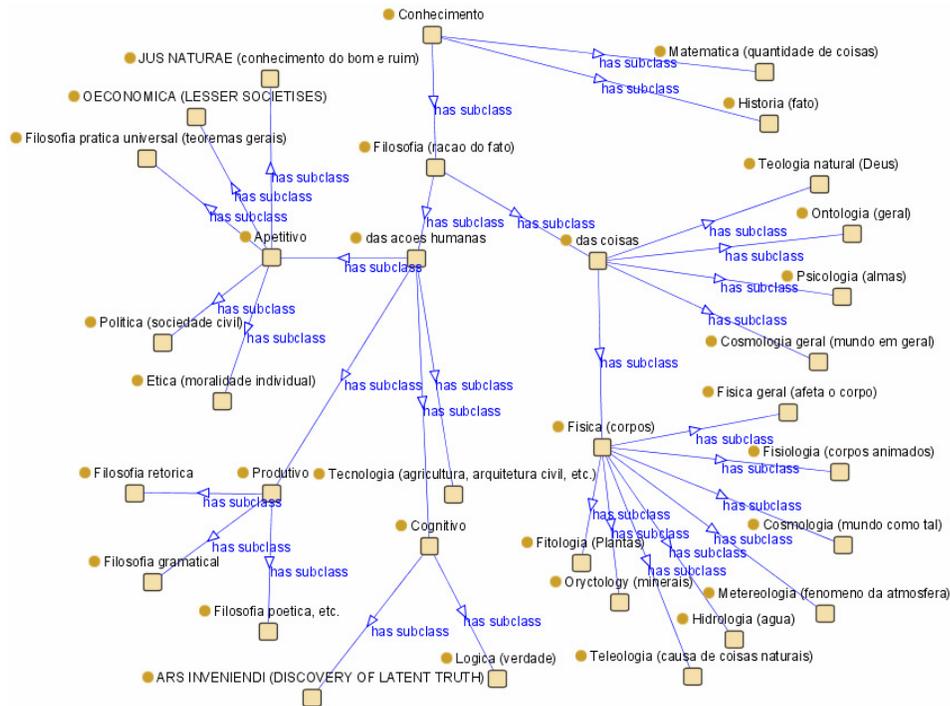


Figura 4 - O modelo “epistêmico” de Leibniz-Wolff no ambiente Protégé

Fonte: WOLFF, 1729.

Tanto na forma conceitual, que depende fundamentalmente da organização e da discussão dentro de domínios, quanto na forma epistêmica, que implica em aceitar a discussão ontológica a partir do conhecimento para chegar à verdade e à descoberta.

Este sistema permite ir do conhecimento à lógica dinamicamente.

Foi possível para Leibniz pensar numa sistematização do conhecimento universal, numa língua universal e sonhar com uma organização do conhecimento menos estanque em áreas do “conhecimento” e na sua reformulação, conforme é pensado atualmente: “Ao segundo nível (classificação dos saberes) corresponde o problema da classificação das ciências, problema que sempre interessou aos filósofos e todos aqueles” (POMBO, [2008]).

Que coisas são os “seres” do conhecimento significa explorá-los em ontologias, ou seja, pode estabelecer as relações e propriedades entre conceitos partindo de diferentes

pontos em uma ontologia, e, mesmo que as regras lógicas permaneçam as mesmas, descobrir relações novas que apenas a teoria “linear” sistemática não havia explorado.

Assim a Web Semântica não cria relações necessariamente novas, nem cria lógicas e estruturas arbitrária sem que o conhecimento humano tenha formulado, mas a partir de sua formulação é possível explorar semanticamente um conjunto completo de relações ou propriedades que a teoria formal pode não ter explicitado ou percebido.

5 OS MODELOS ATUAIS E A WEB SEMÂNTICA

Os modelos elaborados na computação, com os quais se pode perfeitamente ser traçado um paralelo com a ontologia clássica de Aristóteles/Platão, em Ciência da Computação, usando método dedutivo, são denominados *top-down*, ou usando o método indutivo, *bottom-up*.

O método indutivo possibilita a elaboração de modelos, partindo, da representação de elementos e/ou objetos e suas relações dentro de um contexto, ou seja, um conhecimento estabelecido. Já o método dedutivo propõe que se pense primeiramente no domínio ou contexto, independentemente de pensar os elementos e suas relações, o que então é feito numa etapa seguinte.

Será exatamente o método da teoria da classificação (RANGANATHAN, 1967) denominado faceta, que usa o método dedutivo para classificar o conhecimento dentro de um domínio, que permitirá compreender a relação com a Web semântica, pois trabalham metaníveis conceituais, categorias e não apenas abstrações. Como ontologias computacionais partem de classes de conceitos pode-se elaborar um domínio no modelo chamado top-down?

O modelo de Ranganathan é importante porque supera a tradicional dicotomia, cuja ilustração mais tradicional é a “árvore de Porfírio”, porém Ranganathan apoiou-se na “árvore baniana” cujo modelo ficou conhecido como policotômico.

Toda análise inicial filosófica serve aqui apenas para compreender que o modelo que se fundamenta exclusivamente na abstração tem como raiz as ontologias.

Por outro lado é apenas uma forma de abstracionismo fruto da própria dualidade sujeito/objeto, da qual têm origem tantas outras formas dicotômicas na construção de modelos conceituais.

É o caso da orientação a objetos em Ciência da Computação, que usa atributos e classes. As classes aqui usam os métodos indutivos, que podem criar abstrações úteis para um determinado modelo, mas será apenas, a partir da dedução, possível compreender e estruturar unidades de conhecimentos, e não da indução a partir de unidades de dados.

Assim os métodos não podem ser pensados de forma separada, embora possam ser pensados de forma sistêmica, a partir do processo indutivo, seguido do dedutivo, no qual se estrutura a análise e a síntese, mas devem ser pensados como processo conjunto, no qual a indução parte da análise de domínio e a dedução são propiciadas pela facilidade que inclui o uso de recursos e processos computacionais.

No desenvolvimento de agentes e processos de inteligência artificial, na construção de ontologia formal, alguns autores tais como Guarino (1998) criam objetos ou particulares, que podem ser classificados como concretos e abstratos.

A ontologia formal não possui uma classificação específica para o relacionamento entre categorias, por isso é possível criar relações muitas vezes não ontológicas “clássicas” porém formais e claramente dedutíveis e passíveis de sínteses.

O ponto essencial para permitir a formalização em ontologias é compreender um objeto ocorrente, conforme o chamam diversas teorias (DAHLBERG, 1978; WUESTER, 1981) e outras. Para isto pode-se utilizar o conceito de Sowa (2000) que chama este objeto de

processo, o que torna explícito que se trata de uma “ação” sobre objetos existentes e formais. Porém isto não significa ignorar a construção ontológica de cada objeto.

A relação entre estes objetos ainda está em pleno desenvolvimento através de linguagens de ontologias (Ontologies Web Language - OWL) e o incipiente processo na criação de agentes inteligentes (BERNERS-LEE; HENDLER, LASSILA, 2001).

A interoperabilidade semântica, também conceituada como interoperabilidade de metadados, desenvolve a descrição dos recursos de informação para facilitar o intercâmbio e a recuperação da informação por parte do usuário. Nesse processo faz-se uso de um conjunto de ferramentas para a representação da informação contida nos recursos, incluindo ambientes de construção de ontologias e metalinguagens.

A ontologia, inserida nessa tipologia de interoperabilidade, define os termos e suas relações em domínios, usando regras de combinação desses termos e relações.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda que o termo ontologia tenha se referido a conceitos e processos diferenciados ao longo da história do pensamento humano, três conclusões são possíveis sobre a sua essencialidade: as relações entre conceitos gerais e particulares, o auxílio às formulações sobre o que são as coisas *em-si*, sejam elas: seres, substâncias ou simplesmente conceitos, e, sua relação com a organização e o desenvolvimento do conhecimento em geral, em especial na contemporaneidade, onde os grandes sistemas parecem não ter mais a consistência e a complexidade dos sistemas que aumentam constantemente.

Tanto as ontologias clássicas como as formais decorrentes do uso da lógica e de que forma os sistemas computacionais podem cooperar neste processo.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de doutorado concedida a um dos autores, Proc.: 2006/60407-3.

Artigo submetido em 10/10/2009 e aceito para publicação em 01/12/2009.

REFERÊNCIAS

- ARISTÓTELES. **Metafísica**: livro alfa. São Paulo: Abril Cultural, 1978. (Coleção Os Pensadores)
- BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. The Semantic Web: a new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. **Scientific American Magazine**, May, 2001. Disponível em: <<http://www.sciam.com/article.cfm?id=the-semantic-web>>. Acesso em: abr. 2009.
- BERTI, Enrico. Brentano and Aristotle's metaphysics. In: SHARPLES, R. W. (Ed.). **Whose Aristotle ? Whose Aristotelianism?** Aldershot: Ashgate 2001.
- CAMPOS, M. L. de A. Modelização de domínios de conhecimento: uma investigação de princípios fundamentais. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 1, 2004. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/viewPDFInterstitial/56/53>>. Acesso em: nov. 2008.
- DAHLBERG, I. **Ontical structures and universal classification**. Bangalore: Sarada Ranganthan Endowment, 1978.
- FERRATER MORA, J. On the Early History of Ontology. **Philosophy and Phenomenological Research**, v. 24, p. 36-47, 1963.
- _____. **Dicionário de Filosofia**. t. 3. São Paulo: Loyola, [1970].
- GILSON, E. **Being and Some Philosophers**. Toronto: Pontifical Institute of Mediaeval Studies, 1949.

GUARINO, N. Formal Ontology and Information Systems. In: _____. (Ed.) **Formal Ontology in Information Systems**. Amsterdam: IOS Press, 1998.

HJØRLAND, B. Domain analysis in information science. Eleven approaches - traditional as well as innovative. **Journal of Documentation**, v. 58, n. 4, p. 422-462, 2002. Disponível em: <http://www.db.dk/bh/publikationer/Filer/JDOC_2002>. Acesso em: 02 fev. 2003.

_____. Domain analysis in information science. In: KENT, A. **Encyclopedia of library and information science**. New York: Marcel Dekker, 2004. p. 1-7. Disponível em: <<http://www.dekker.com/servlet/product/DOI/101081EELIS120024990>>. Acesso em: ago. 2008.

KANT, I. **Crítica da razão pura**. 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

LÉVY, P. **O que é o virtual?** Tradução de Paulo Neves. São Paulo: Ed. 34, 1996.

LOARHARD, J. Diagraph of Metaphysic or Ontology. In: _____. **Ogdoas Scholastica**. Tradução de Sara Uckelman. St. Gallen: Institute for Logic, Language, and Comp, 2008.

POMBO, O. **Da classificação dos seres a classificação dos saberes**. [2008]. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/hyper/resources/opombo-classificacao.pdf>>. Acesso em: ago. 2008.

PROTÉGÉ. Disponível em: <<http://protege.stanford.edu/>>. Acesso em: abril de 2009.

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

SOWA, J. F. **Knowledge representation**: logical, philosophical, and computational foundations. Pacific Grove: Brooks/Cole, 2000.

WOLFF, C. **Philosophia prima sive ontologia**. Frankfurt and Leipzig, 1729.

WUESTER, E. L'étude scientifique générale de la terminologie, zone frontalière entre la linguistique, la logique, l'ontologie, l'informatique et les sciences des choses. In: RONDEAU, G.; FELBER, F. (Org.). **Textes choisis de terminologie**: I. fondements théoriques de la terminologie. Québec: Girsterm, 1981.