

REPRESENTAÇÃO DO DOMÍNIO DE CONHECIMENTO ACADÊMICO E UMA TEORIA DE REPRESENTAÇÃO: A ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO UNIFICADA

MARINA CARRADORE SÉRGIO

*Doutoranda em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
marinacarradore@egc.ufsc.br*

THALES DO NASCIMENTO DA SILVA

*Doutorando em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
thales788@gmail.com*

ALEXANDRE LEOPOLDO GONÇALVES

*Doutor em Engenharia de Produção
pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Professor da Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Araranguá (UFSC)
a.l.goncalves@ufsc.br*

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste trabalho é apresentar a compreensão de algumas noções formalizadas nas ontologias de fundamentação de base filosófica, no caso a ontologia de fundamentação unificada - *Unified Foundational Ontology* (UFO), e ilustrar através de um exemplo o diferencial semântico de uma modelagem embasada na UFO para representação de itens de produção acadêmica.

Design/Metodologia/Abordagem: A pesquisa caracteriza-se dentro de uma abordagem qualitativa, fazendo uso do estudo de caso para o desenvolvimento de uma ontologia alinhada a uma ontologia de fundamentação. Ontologias de fundamentação auxiliam o processo de modelagem de ontologias, visando aumentar a clareza e expressividade destas. Objetivam unificar adequadamente ontologias independentes do domínio, fornecendo maneiras de especificar e sistematizar conceitos, além de fornecer as descrições necessárias para a construção de ontologias.

Resultados: A partir do exemplo desenvolvido e sua agregação em uma ontologia de fundamentação, conclui-se que a utilização dessa estratégia promove benefícios durante o processo de construção de ontologias, uma vez que clarifica as interconexões entre uma representação mais genérica e os diversos elementos constituintes de um domínio em particular.

Originalidade/valor: A ontologia é um instrumento com alto potencial para organizar e representar informações de diferentes domínios e áreas de pesquisa. Levando-se em conta uma ampla gama de itens de produção acadêmica, ontologias fornecem mecanismos para representar o conhecimento destacando as relações semânticas entre eles.

Palavras-chave: ontologia de fundamentação unificada. ontologia. representação do conhecimento.

ACADEMIC KNOWLEDGE DOMAIN REPRESENTATION AND A REPRESENTATION THEORY: THE UNIFIED FOUNDATIONAL ONTOLOGY

ABSTRACT

Purpose: The aim of this study is to provide an understanding of some formalized notions in the foundational ontologies of philosophical basis, especially the *Unified Foundational Ontology* (UFO), and illustrate with an example the semantic differential of an UFO based modeling for representing academic production items.

Design / Methodology / Approach: The research adopted a qualitative approach, using the case study to develop an ontology aligned to a foundational ontology. Foundational ontologies help the process of ontology modeling, in order to increase their clarity and expressiveness. They intend to properly unify field-independent ontologies, providing ways to specify and systematize concepts besides providing the descriptions necessary for building ontologies.

Results: From the example developed and their aggregation on foundation ontology, we conclude that the use of this strategy promotes benefits during the process of building ontologies, as it clarifies the interconnections between a more generic representation and the various constituent elements of a particular field.

Originality / value: The ontology is a tool with great potential to organize and present information from different fields and research areas. Taking into account a wide range of academic production items, ontologies provide mechanisms to represent knowledge highlighting the semantic relationships between them.

Keywords: unified foundational ontology. ontology. knowledge representation.

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos proporcionaram um aumento no volume de documentos que são produzidos e armazenados. Diversas pesquisas comprovam este aumento, aos quais pesquisadores como Greengrass (2000), Kobayashi e Takeda (2000), Lyman (2000) e Himma (2007), afirmam que o mesmo ocorre em escala exponencial. Todos os dias são criados aproximadamente 2,5 quintilhões de bytes, sendo que 90% dos dados gerados no mundo foram produzidos nos dois últimos anos (WU et al.,2014).

Com vasta quantidade de informação disponível é necessário organizar esta informação para posteriormente disponibiliza-la. Dentre as diversas linguagens existentes para representar os conceitos do mundo real pode-se citar a ontologia. A ontologia surgiu como uma forma de representação do conhecimento através de termos, fornecendo definições acerca dos conceitos de um dado domínio, representando as relações semânticas entre os mesmos, e não somente a sintática dos dados (SAIAS, 2003).

Para Guarino (1998), a ontologia é uma especificação de um domínio onde designasse um conjunto de propriedades e relações entre os conceitos pertencentes a este domínio. Neste âmbito a ontologia permite a exploração semântica da informação como um instrumento de representação de relacionamentos semânticos e conceituais (GRUBER, 1993).

Em razão das inúmeras formas de representação do conhecimento surgem as ontologias de fundamentação. As ontologias de fundamentação proveem os princípios para o estabelecimento de consenso e negociação entre as pessoas, sendo utilizadas para melhorar a qualidade dos modelos conceituais e das linguagens de modelagem (GUIZZARDI, 2005).

Dentre as características citadas por Guizzardi et al (2008), proporcionadas pela aplicação dos conceitos embutidos na ontologia de fundamentação, encontra-se o fato da mesma possuir alto grau de fundamentação e sua aplicação ocorrer nos mais variados domínios, pois independe do mesmo.

Neste trabalho é apresentada a compreensão das noções formalizadas nas ontologias de fundamentação de base filosófica, noção esta direcionada não só para o entendimento humano, mas também para o tratamento computacional, com o uso de inferências. O objetivo deste trabalho é expor algumas dessas noções, contidas na ontologia de fundamentação, e ilustrar através de um exemplo o diferencial semântico de uma modelagem embasada na UFO, aplicando seus conceitos, como aporte à construção de uma ontologia voltada a conteúdos acadêmicos. Evidencia-se o uso de parte da ontologia de fundamentação unificada (UFO) para agregação da

semântica a elementos contidos nos diagramas UML, com o intuito de viabilizar o processo de representação dos documentos acadêmicos.

Este artigo está organizado da seguinte forma. A seção 2 aborda os conceitos relativos ao termo ontologia. A seção 3 apresenta Ontologias de Fundamentação. A seção 4 apresenta os conceitos propostos na Ontologia de Fundamentação Unificada. A seção 5 apresenta um exemplo baseado na UFO e os diagramas desenvolvidos, bem como suas especificações. Finalmente, a seção 6 apresenta as conclusões deste trabalho.

2 ONTOLOGIA

Ontologia é uma especificação de um domínio onde designasse um conjunto de propriedades e relações entre os conceitos pertencentes a este domínio (GUARINO, 1998). É por vez, a representação formal e explícita de um conceito compartilhado (GRUBER, 1993; STUDER; BENJAMINS; FENSEL, 1998). Promove a representação do conhecimento através de termos, definindo conceitos do mundo real, referentes a um dado domínio, representando as relações semânticas entre os mesmos, e não só a sintática dos dados (SAIAS, 2003).

Ontologias são instrumentos com alto potencial de organização e representação da informação de fontes de dados num determinado domínio, melhorando os processos de recuperação da informação (ALMEIDA; BAX, 2003). É uma técnica utilizada para explorar e representar os relacionamentos semânticos e conceituais (SILVA et al., 2009). Neste âmbito a ontologia permite a exploração semântica da informação como um instrumento de representação de relacionamentos semânticos e conceituais (GRUBER, 1993).

A criação de ontologias para serem aplicadas sobre um conjunto de dados possui como componentes principais: a descrição das categorias e dos objetos, e as relações entre os dados envolvidos no processo (LULA; PALIWODA-PEKOSZ, 2008). Ontologias permitem a organização das coisas passíveis de representação simbólica (representação formal). Por meio da representação formal torna-se possível o raciocínio dedutivo através de regras de inferências (SILVA et al., 2009).

3 ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO

O nível mais geral de abstração é conhecido como nível de descrição de Ontologia Geral, Ontologia de Alto nível ou Ontologia de Fundamentação (HERRE et al., 2006). Em geral são sistemas de categorias filosoficamente bem fundamentados e independentes de domínio (GUIZZARDI et al., 2008).

Dentre as ontologias de fundamentação existentes pode-se destacar a DOLCE (*Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering*) (BOTTAZZI; FERRARIO, 2006), GFO (*General Formal Ontology*) (HERRE et al., 2006), CYC (LENAT; GUHA, 1990), UFO (*Unified Foundational Ontology*) (GUIZZARDI, 2005) e SUMO (*Suggested Upper Merged Ontology*) (NILES; PEASE, 2001). Neste trabalho, utiliza-se a ontologia de fundamentação unificada (UFO).

3.1 ONTOLOGIA DE FUNDAMENTAÇÃO UNIFICADA

A ontologia de fundamentação unificada UFO (*Unified Foundational Ontology*) (GUIZZARDI, 2005; GUIZZARDI et al. 2008), provê os conceitos básicos para sistematizar o processo de desenvolvimento de novas ontologias.

Dentre as principais características segundo Guizzardi e Wagner (2005) e Guizzardi et al. (2008) pode-se citar:

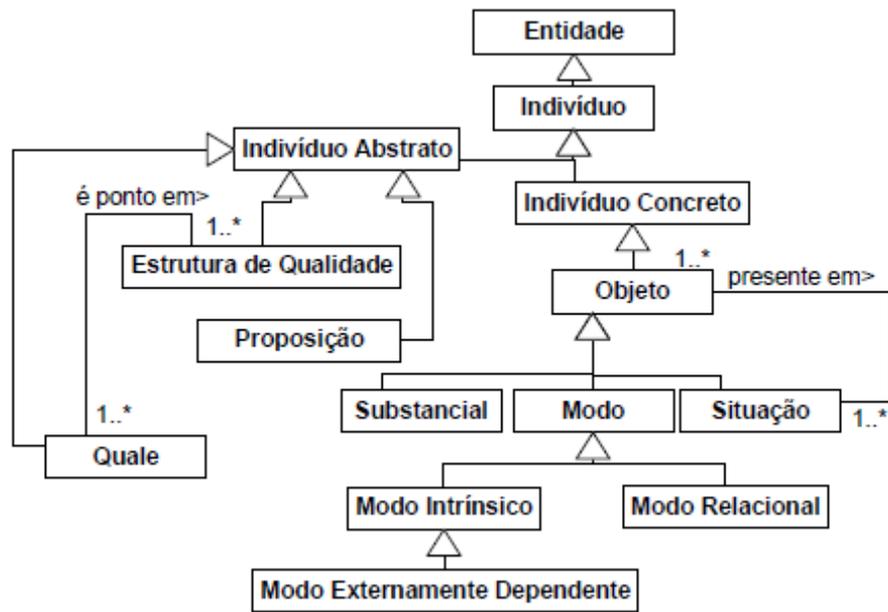
- Unificar diversas ontologias de fundamentação;
- Avaliar, (re)projetar e integrar modelos de linguagens de modelagem conceitual;
- Prover semântica ao processo de modelagem;

Dentre os objetivos propostos por esta ontologia de fundamentação pode-se destacar a melhor qualidade das linguagens de modelagem e modelos conceituais; a definição dos conceitos de objetos, agentes e eventos; e a fundamentação adequada de uma ontologia independente do domínio de análise (GUIZZARDI, 2005; GUIZZARDI et al., 2008).

Os conceitos aplicados na UFO foram propostos inicialmente em (GUIZZARDI, 2005), sendo divididos em três fragmentos complementares: UFO-A como o cerne da UFO e voltada aos indivíduos duradouros (*endurants*); UFO-B voltada a eventos (*perdurants*); e UFO-C voltada as entidades sociais, construída sobre os fragmentos A e B da UFO. A seguir veremos um detalhamento dos fragmentos que compõem a UFO.

3.1.1 UFO-A

O primeiro fragmento da UFO a ser abordado é denominado UFO-A. Segundo Guizzardi, et al. (2008), a distinção entre categorias de *individuals* (particular) e *Universals* (universal) é um ponto fundamental para o entendimento da UFO. Uma entidade Universal possui um padrão de características que podem ser instanciadas em um grupo de indivíduos. Indivíduos são instâncias reais que mantêm suas identidades (únicas) imutáveis (CAMPOS, CAMPOS e MEDEIROS, 2011). A Figura 1 apresenta um fragmento da UFO-A.

Figura 1 - Fragmento da UFO-A: Indivíduos

Fonte: GUIZZARDI et al. (2008)

Apesar de ser apenas uma simplificação da UFO-A a estrutura exposta contém os elementos fundamentais para o entendimento da UFO-B e UFO-C (GUIZZARDI et al. 2008). Segundo (GUIZZARDI et al. 2008; CAMPOS, CAMPOS e MEDEIROS, 2011; LOPES, 2011) os elementos considerados fundamentais podem ser definidos da seguinte maneira:

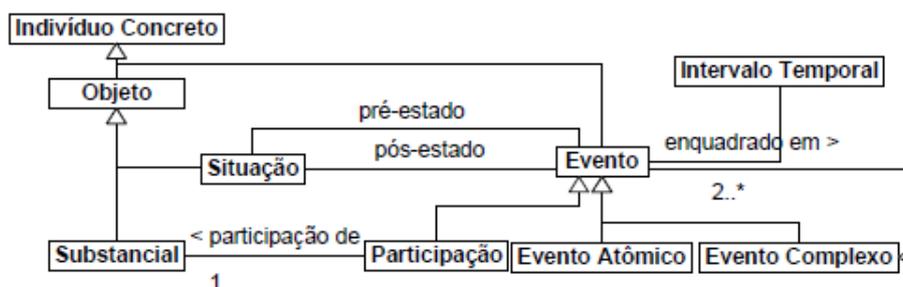
- Substanciais: são indivíduos que não dependem de outras entidades. Pode-se considerar substanciais uma pessoa e uma casa.
- Modo: é uma propriedade instanciada. Esse elemento depende de outros indivíduos para existir, sendo inerente a esses indivíduos. Exemplo: sintoma, temperatura, cor.
- Modos intrínsecos: possuem dependência de apenas um indivíduo. Exemplo: febre.
- Modos relacionais: possuem dependência de mais de um indivíduo. Exemplo: um casamento, uma consulta médica.
- Estrutura de qualidade: é uma estrutura que visa modelar a relação entre modos intrínsecos.
- Indivíduos abstratos: são compostos por um conjunto de estrutura de qualidade e preposições.
- Relações: são entidades que unem outras entidades, podendo ser relações formais ou materiais.

- Relações formais: ocorrem entre duas ou mais entidades de forma direta, ou seja, sem nenhum indivíduo intervindo. Exemplo: dependência existencial, parte-de, subconjunto-de, instanciação. Uma relação formal pode ser descrito como um indivíduo e seu conhecimento X sobre determinado assunto.
- Relações materiais: uma relação material depende de indivíduos para existir. Se um X vai ser tratado por um hospital Y, é necessário que a relação “ser tratado” exista.
- Modos relacionais: dependem fundamentalmente da presença de dois indivíduos ou mais em determinada relação. Exemplo: ser tratado, descrita no exemplo anterior, ou uma relação casamento que conectam dois indivíduos casados.
- Modo externamente dependente: são semelhantes a modo intrínsecos, porém existe a dependência de vários indivíduos.

3.1.2 UFO-B

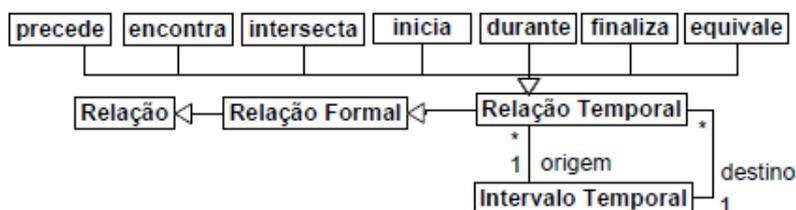
A UFO-B representa de forma abrangente elementos que dependam de aspectos temporais. Segundo (LOPES, 2011) o objetivo da UFO-B é representar elementos perdurantes, ou seja, existem em um determinado intervalo de tempo, e suas relações com os endurantes. As Figuras 2, 3 e 4 fazem um detalhamento do fragmento UFO-B.

Figura 2 - Fragmento da UFO-B: Objetos e Eventos



Fonte: GUIZZARDI et al. (2008)

Figura 3: Fragmento da UFO-B: Relações de Allen



Fonte: GUIZZARDI et al. (2008)

A seguir serão apresentados alguns conceitos do fragmento apresentado. A escolha dos conceitos a serem detalhados considerou o exemplo de ontologia exposto na próxima seção e seu alinhamento aos conceitos da UFO. Com este pressuposto os conceitos apresentados podem ser definidos da seguinte maneira (CAMPOS, CAMPOS e MEDEIROS, 2011; GUIZZARDI et al. 2008; GUIZZARDI et al. 2009; MARTINS et al. 2011; LOPES, 2011):

- Substancial: realiza a distinção entre substanciais inanimados e agentes.
- Agentes: podem ser físicos (Exemplo: uma pessoa) ou sociais (Exemplo: uma organização).
- Substanciais inanimados: podem ser indivíduos físicos (Exemplo: uma bola, um carro, uma casa) ou sociais (Exemplo: linguagem, normas, dinheiro), ambos não capazes de executar uma ação por si só.
- Descrição normativa: tipo de substancial inanimado social que define as normas/regras seguidas por no mínimo um agente social. Pode ser descrito como um conjunto de diretivas determinando o comportamento e a execução de determinada ação.
- Ação: evento cujo objetivo é satisfazer um compromisso, visando atender alguma intenção de um agente.
- Ação atômica: envolve a participação de apenas um agente.
- Ação complexa: ação que possui duas ou mais participações (agentes ou substanciais inanimados).
- Interação: é uma ação complexa formada pela participação de dois ou mais agentes distintos.
- Contribuição de ação: são compostas por participações intencionais de agentes.
- Eventos: são indivíduos compostos por partes temporais, podendo ser complexos ou atômicos.

4 EXEMPLO DE APLICAÇÃO DA UFO PARA FUNDAMENTAR O DOMÍNIO DE PRODUÇÃO ACADÊMICA

O propósito do exemplo da ontologia desenvolvida é prover suporte ao ambiente acadêmico no âmbito da organização dos documentos e conteúdos produzidos.

Em razão do principal objetivo do sistema fornecer o suporte necessário para a estruturação dos documentos produzidos no ambiente acadêmico, foi necessário compreender alguns aspectos

como: agentes, eventos e participações. O objetivo é prover clareza dos eventos que geram publicação e a participação dos discentes, docentes e organizações na produção acadêmica, bem como os possíveis documentos gerados.

A construção do modelo da ontologia de conteúdos teve como foco principal mapear os principais agentes, eventos, relações e participações, envolvendo o cenário de produções acadêmicas. As principais etapas da construção do modelo foram: levantamento das questões de competência, modelagem conceitual e validação do modelo proposto.

As principais questões de competência envolvendo o cenário proposto foram:

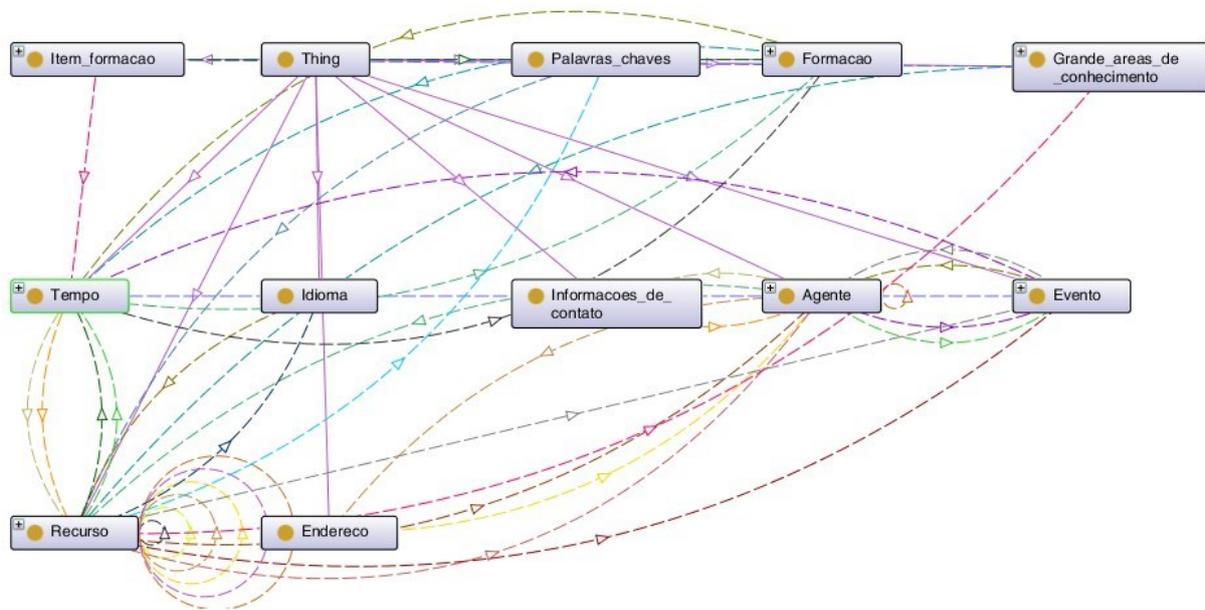
- Quais características são relevantes para um dado artigo publicado em periódico e um artigo publicado em congresso?
- Quais os dados dos autores?
- Quais informações são necessárias para o registro de software ou patente?
- Quais informações acadêmicas são necessárias?
- Quais ontologias existem para representar a questão temporal?
- Quais os recursos estão disponíveis no domínio acadêmico?

O processo de construção do modelo foi através da modelagem do domínio em análise baseado em alguns campos presentes no domínio CT&I da Plataforma Lattes. A modelagem foi realizada de forma incremental, cada aspecto relacionado aos eventos e participações foi acoplado ao modelo, o que resultou em refatoração sucessiva. Ao longo do processo de modelagem, a Ontologia de Fundamentação Unificada promoveu o suporte necessário para a construção do modelo.

A seguir o exemplo de ontologia de conteúdo proposta neste trabalho será explanado detalhadamente. Como a visualização do exemplo proposto é extensa, para melhorar a visualização, o mesmo foi separado em diferentes fragmentos. Cada fragmento do modelo é detalhado através de uma imagem que mapeia os elementos do fragmento alinhado de acordo com a ontologia de fundamentação usada como referência, no caso a UFO. Este exemplo de ontologia possui como objetivo principal prover semântica do mundo real sobre o domínio de conteúdos acadêmicos. A Figura 6 apresenta as principais classes criadas e suas relações para prover suporte ao modelo.

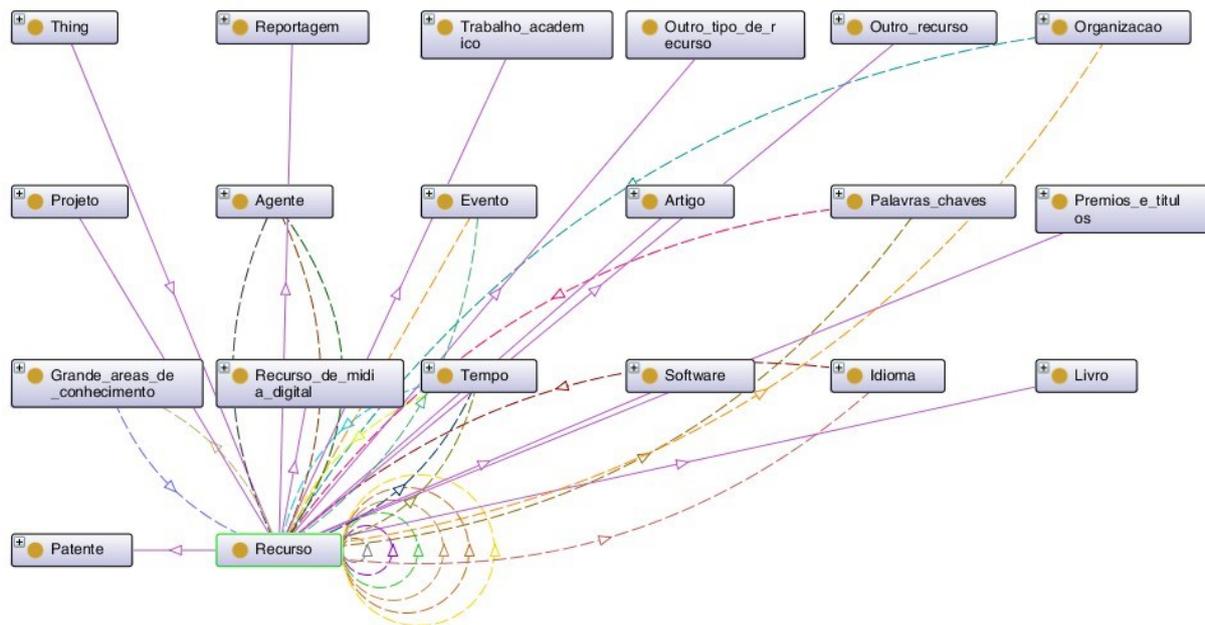
Pode-se destacar a classe Recurso, em razão de a mesma conter todas as especificações existentes quanto aos conteúdos acadêmicos produzidos (livros, artigos, capítulo de livro, *software*, patente, projeto, trabalho acadêmico, entre outros). A Figura 7 apresenta os diferentes recursos que poderão ser produzidos e suas relações.

Figura 6 - Fragmento geral das classes da ontologia de conteúdo



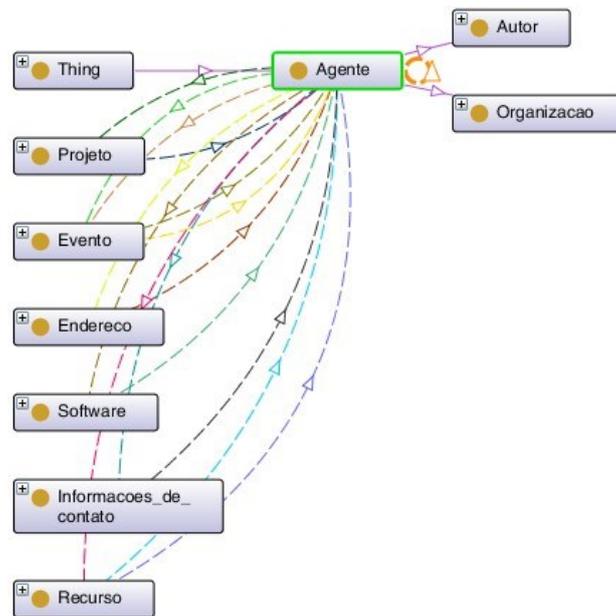
Fonte: Autores (2016)

Figura 7 - Fragmento da ontologia: Classe Recurso



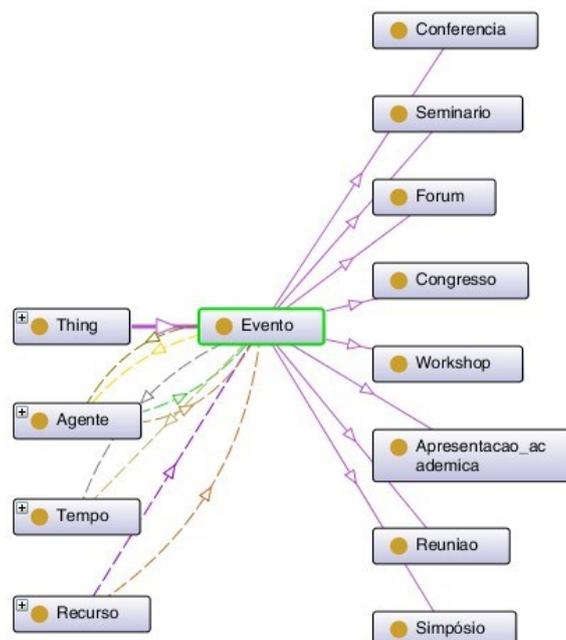
Fonte: Autores (2016)

Na Figura 8 pode-se destacar a classe Agente, que determina o responsável por acionar determinada ação, que age e produz algum efeito, neste caso o responsável por determinado recurso e as relações envolvendo o agente.

Figura 8 - Fragmento da ontologia: Classe Agente

Fonte: Autores (2016)

A classe Evento, representada na Figura 9, indica um acontecimento com o objetivo de reunir um grupo de pessoas para discutir sobre determinado assunto, momento em que ocorre determinado encontro. Cada retângulo corresponde a uma subclasse de Evento e evidencia as relações existentes.

Figura 9 - Fragmento da ontologia: Classe Evento

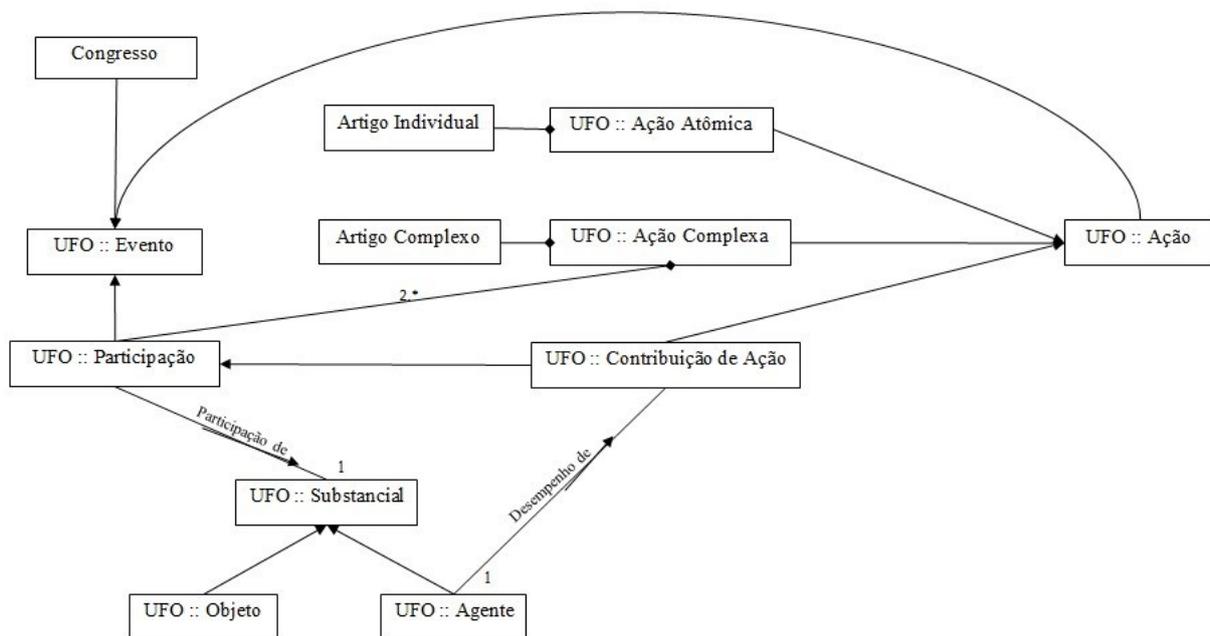
Fonte: Autores (2016)

Em razão dos eventos ocorrerem em escala temporal, assim como todo recurso possuir uma data de criação ou publicação, a classe Tempo derivada da ontologia Time¹ proposta pela W3C foi importada à ontologia.

4.1 FRAGMENTO DA ONTOLOGIA DE CONTEÚDO VOLTADO À PUBLICAÇÃO DE UM RECURSO EM UM EVENTO ALINHADA A UFO

Uma possível produção acadêmica derivada de recurso seria uma publicação de artigo. A Figura 10 apresenta este estudo de caso alinhado às características e proposições da UFO.

Figura 10 - Fragmento da ontologia de conteúdo voltado à publicação de artigos alinhada a UFO



Fonte: Autores (2016)

Ao desempenhar uma Ação, esta pode ser Atômica ou Complexa. A Ação Atômica produz o artigo individual, tendo em vista apenas uma única participação na construção deste. A Ação Complexa deriva o artigo complexo, em razão do mesmo necessitar da participação de vários autores. Um Evento pode ser, por exemplo, uma conferência ou até mesmo uma publicação em congresso. A Ação Complexa está diretamente relacionada à Participação e a Participação ao Substancial. Substancial pode ser decomposto em Objeto ou Agente. Objetos são seres

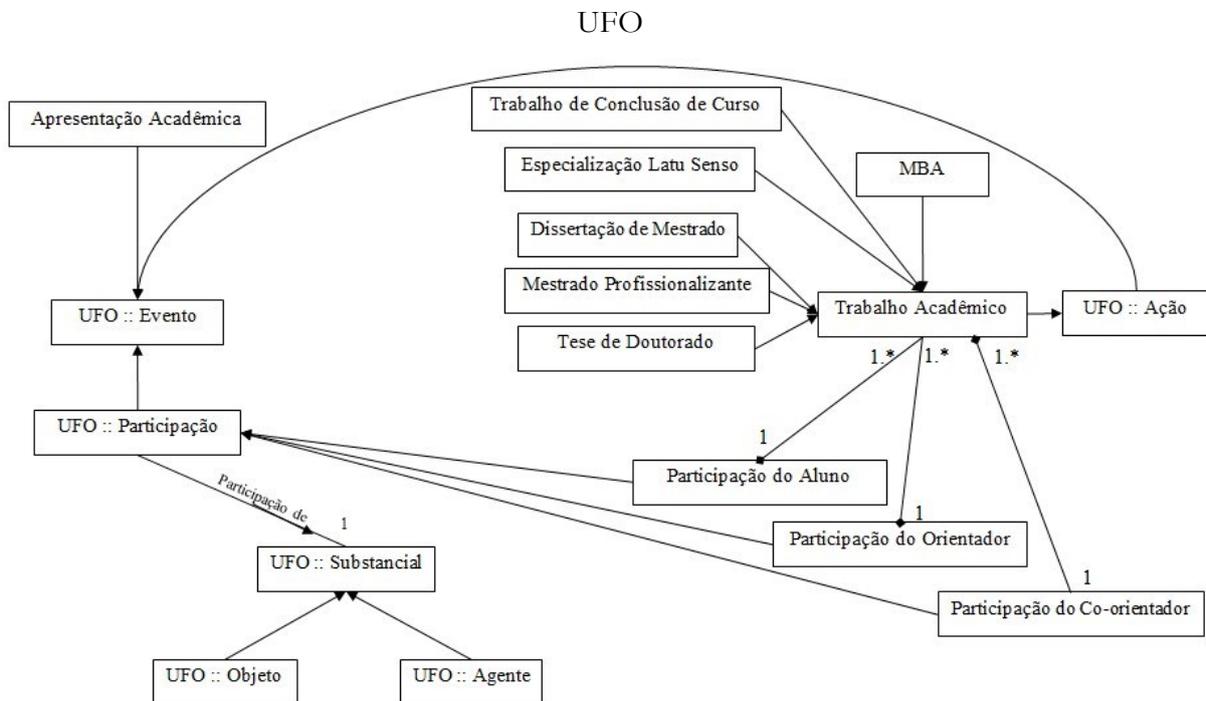
¹ <https://www.w3.org/TR/owl-time/>

inanimados, no entanto o Agente poderá ser Social como uma organização ou uma sociedade; e Físico como, por exemplo, uma pessoa. Os Agentes são os únicos capazes de produzir uma ação.

4.2 FRAGMENTO DA ONTOLOGIA DE CONTEÚDO VOLTADO AOS TRABALHOS ACADÊMICOS ALINHADO À UFO

Dentre os trabalhos acadêmicos produzidos no ambiente universitário pode-se citar um Trabalho de Conclusão de Curso, uma Dissertação, uma Tese, entre outros. A Figura 11 apresenta o detalhamento alinhando os conceitos criados a UFO.

Figura 11 - Fragmento da ontologia de conteúdo voltado à trabalhos acadêmicos alinhado a



Fonte: Autores (2016)

Todo trabalho acadêmico deriva de uma Ação, esta Ação por sua vez deriva de um Evento. O Evento apresentado neste fragmento é uma apresentação acadêmica. O trabalho acadêmico conta com a participação de alguns Agentes como o aluno, ao qual é uma participação obrigatória exposta pela cardinalidade; a participação do orientador, também obrigatória; e a possível participação do co-orientador, ao qual não é obrigatória. Todas estas participações derivam do conceito identificado na UFO de Participação. A Participação necessita da presença de um Substancial, neste caso um Agente. Sendo a participação derivada de um Evento.

Toda Contribuição de Ação necessita da atuação de um agente. Todo Agente presente na ontologia terá uma Informação de Contato, um Endereço e uma Formação. A Formação corresponde à formação acadêmica do Agente Físico. O Agente poderá ser Físico, no caso uma pessoa, ou Social como uma organização.

O Agente é o único capaz de produzir uma Intenção, onde cada Intenção promove uma Ação. Toda intenção deriva de um Modo Mental, que por sua vez deriva de um Modo Intencional e ainda possui um Objetivo. O Objetivo correspondente nesta ontologia está diretamente relacionado a um Substancial Inanimado, pois este é representado por todos os Recursos envolvidos na ontologia proposta. Todo Substancial Inanimado possuirá um Idioma, um Tempo e Palavras-chaves.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral deste trabalho é apresentar a compreensão de algumas noções formalizadas nas ontologias de fundamentação de base filosófica, contidas na ontologia de fundamentação UFO, e ilustrar através de um exemplo o diferencial semântico de uma modelagem embasada na UFO. A ontologia de fundamentação proveu o auxílio necessário ao processo de modelagem, objetivando tornar a linguagem mais clara e expressiva.

Existem inúmeras formas para representar o conhecimento de um dado domínio, porém a ontologia promove a representação dos relacionamentos semânticos entre os termos e não somente a relação sintática. Possui elevado potencial de organização e representação da informação, melhorando os processos de recuperação de informação.

Devido às inúmeras maneiras de representar o conhecimento, as ontologias de fundamentação emergem, objetivando prover as especificações necessárias para suporte a construção de novas ontologias.

Este artigo apresentou os principais conceitos envolvendo uma ontologia de fundamentação unificada. Ilustrou a importância da utilização de uma ontologia de fundamentação no projeto de uma ontologia de domínio acadêmico. Apresentou-se ainda como a UFO pode ser usada para avaliar, re-projetar e agregar semântica do mundo real para uma ontologia no domínio acadêmico.

A utilização de uma ontologia de fundamentação foi fundamental no processo de modelagem, pois tornou o processo mais ágil e sólido, em função dos conceitos estarem bem fundamentados e os relacionamentos entre os mesmos expostos claramente.

No âmbito de trabalhos futuros vislumbre a evolução da ontologia desenvolvida através da agregação de outros recursos e ainda a integração da mesma como uma ontologia que possa

abranger diversas Universidades, promovendo assim um repositório de conhecimento compartilhado entre docentes e discentes de diferentes Universidades.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mauricio B.; BAX, Marcello P. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 32, n. 3, Dec. 2003.

BOTTAZZI, E.; FERRARIO, R. Preliminaries to a DOLCE Ontology of Organizations, **International Journal of Business Process Integration and Management**, 2006.

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

GREENGRASS, E. **Information Retrieval: A Survey**. 2000. 224 p.

GRUBER, T.. **What is an Ontology?** 1993. Disponível em: <<http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>>. Acesso em: 02 Out. 2013.

GUARINO, N. Formal Ontology and Information Systems. In: Formal Ontology in Information Systems. **Proceedings of the First International Conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS'98)**. Trento, 1998.

GUIZZARDI, G. **Ontological Foundations for Structural Conceptual Models**, Universal Press, The Netherlands. 2005.

GUIZZARDI, G., FALBO, R. A., GUIZZARDI, R. S. S. **The Importance of Foundational Ontologies for Domain Engineering: The case of the Software Process Domain**. IEEE Transactions Latin America, v. 6, n. 3, p. 244-251. 2008.

GUIZZARDI, G.; Almeida, João Paulo Andrade; GUIZZARDI, R. S. S.; FALBO, R. A. **Ontologias de Fundamentação e Modelagem Conceitual**. Em: 2º. Simpósio Brasileiro de Pesquisas em Ontologias (ONTOBRA 2009), 2009.

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

HERRE, H., HELLER, B., BUREK, P., HOEHNDORF, R., LOEBE, F., MICHALEK, H. **General Formal Ontology (GFO) a foundational ontology integrating objects and processes**, Part 1: Basic Principals, version 1.0.1, Onto-Med Report 8, University of Leipzig, 2006.

HIMMA, K. The concept of information overload: A preliminary step in understanding the nature of a harmful information-related condition. **Ethics and Information Technology**, v.9, n.4, p.259-272. 2007.

KOBAYASHI, M. e K. TAKEDA. Information retrieval on the web. **ACM Computing Surveys**, v.32, n.2, p.144-173. 2000.

LENAT, D., GUHA, R.V. Building Large **Knowledge based Systems: Representation and Inference in the CYC Project**, Addison Wesley, Reading, Massachusetts, 1990.

LOPES, Mauro Moura Gomes. **Modelagem Conceitual de Regras de Negócio Baseada em Ontologia de Fundamentação**. 2011. 233 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Informática, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

LULA, Paweł; PALIWODA-PEKOSZ, Grażyna. AN ONTOLOGY-BASED CLUSTER ANALYSIS FRAMEWORK. **Proceedings Of The First International Workshop On Ontology-supported Business Intelligence**, New York, p.1-6, 2008.

LYMAN, P. How Much Information? USA: University of California 2000. **Melhoramento genético**. Vol. 1, Viçosa: UFV, cap. 5., p. 171, 201., 2004.

MARTINS, A.; FALBO, R. A.; Guizzardi, Giancarlo; Almeida, J.P.A. **Uso de uma Ontologia de Fundamentação para Dirimir Ambiguidades na Modelagem de Processos de Negócio**. Em: VII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI 2011), 2011.

NILES, I., PEASE, A. Towards a standard upper ontology. **In Proceedings of the international Conference on Formal ontology in information Systems (FOIS '01)**, Ogunquit, Maine, USA, 2001.

POLI, Roberto; HEALY, Michael; KAMEAS, Achilles. **Theory and Applications of Ontology: Computer Applications**. Trento: Springer, 2010. 582 p.

SAIAS, J. M. G. **Uma metodologia para a construção automática de Ontologias e a sua aplicação em Sistemas de Recuperação de Informação**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Évora, Portugal, 2003.

SILVA, Daniela Lucas da et al. Ontologias e Unified Modeling Language: uma abordagem para representação de domínios de conhecimento. **Datagramazero - Revista de Ciência da Informação**, v. 10, n. 5, out. 2009.

STUDER, Rudi; BENJAMINS, V. R. and FENSEL, Dieter. Knowledge Engineering: Principles and Methods. **Data & Knowledge Engineering** v. 25, p.161-197. 1998.

WU, X.; ZHU, X.; WU, Gong-Qing; DING, W. Data Mining with Big Data, **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, v. 26, n. 1, p. 97-107. 2014.