

Método de Modelagem de Ontologia Baseado em Instâncias: Uma Análise Comparativa entre o Editor M-MOBI versus o Editor Protégé

Eduardo Manuel de Freitas Jorge (UNEB) emjorge1974@gmail.com

Geovane dos Santos Anunciação (UCSal) geovane.anunciacao@gmail.com

Gabriela de Macedo Santos (UCSal) gabriela.ucsai@yahoo.com.br

Sonia Limoeiro Monteiro (LNCC) slmo@lncc.br

Hernane Borges de Barros Pereira (UEFS & SENAI CIMATEC) hbbpereira@gmail.com

Augusto Cesar Noronha Rodrigues Galeão(LNCC) acng@lncc.br

Resumo: O artigo aborda o projeto de um novo paradigma para modelagem conceitual de Ontologia através do método M-MOBI (Método de Modelagem de Ontologia baseado em Instâncias). Os conceitos teóricos e práticos do método M-MOBI são ilustrados e aplicados através da apresentação do seu editor gráfico. Para a análise da efetividade deste projeto, modela-se uma Ontologia neste novo método e elabora-se uma análise comparativa com a ferramenta Protégé, elucidando uma característica do Editor M-MOBI: a automatização de etapas do processo modelagem conceitual de Ontologia.

Palavras-chave: Modelagem Conceitual, Ontologia e Ferramentas de Modelagem

1. Introdução

Na área da Ciência da Computação a Ontologia vem sendo aplicada para a organização de informação (BREITMAN, 2005). Esta organização depende inicialmente do processo de modelagem conceitual de um domínio que é realizado, comumente, por um grupo de especialistas. O processo de modelagem conceitual consiste em codificar um recorte de mundo em uma notação.

Um ponto a ser observado é que modelar Ontologias é uma tarefa que exige do grupo modelador conhecimentos nos seguintes itens: (i) no domínio a ser modelado; (ii) nas metodologias e ferramentas de modelagem; (iii) nos fundamentos de lógica e linguagens formais. Neste contexto apresenta-se o Método de Modelagem de Ontologia Baseado em Instância, doravante chamado de M-MOBI, definido por Jorge (2009), que oferece um novo paradigma para a modelagem e construção de Ontologia. Este novo método está em fase de pesquisa e desenvolvimento, não dispondo de ferramentas que auxiliem o grupo modelador no processo de modelagem conceitual. Assim, o objetivo deste artigo é apresentar em resumo o método M-MOBI e o seu editor gráfico denominado editor M-MOBI que é uma solução para modelar e apresentar visualmente associações entre um grupo de instâncias de referências. O resultado do processo de modelagem neste editor é a codificação de uma Ontologia na notação OWL (*Web Ontology Language*).

Para facilitar a apresentação do Editor M-MOBI e seus diferenciais, este artigo ilustra uma modelagem de uma Ontologia no domínio Acadêmico. Por fim, analisa-se comparativamente o processo de modelagem no M-MOBI com a ferramenta Protégé¹.

O artigo obedece à seguinte estrutura lógica: a seção 2 apresenta sucintamente o macro processo utilizado durante a modelagem de Ontologia; a seção 3 discorre sobre a modelagem conceitual de Ontologia segundo o método M-MOBI; na seção 4 é apresentado o editor M-MOBI; na seção 5 é realizado um comparativo entre o editor M-MOBI e a ferramenta Protégé; na seção 6, apresenta-se conclusões e aferições finais sobre o método M-MOBI e a sua materialização na solução desenvolvida neste projeto.

2. Processo de Modelagem de Ontologia

Ontologia tem várias definições, porém adota-se, neste artigo a do autor Gruber (1993), ou seja, uma especificação explícita e formal de um conceito compartilhado. Além de uma diversidade de definições existe também um conjunto de metodologias para modelagem de Ontologia. Destacam-se o On-to-knowledge, Sensus, Methontology, Kactus, Gruninger e Fox, Uschold, King e Cyc (FREITAS, 2005), apesar das especificidades de cada uma existem características em comum a elas. Assim, observou-se que todas as metodologias têm o seu processo baseado na definição inicialmente de classes e suas propriedades. Na próxima seção será apresentado o M-MOBI, que propõem uma mudança neste aspecto.

Já um ponto que está se tornando um consenso é a linguagem OWL para representação de Ontologia desenvolvida pelo W3C². Ela oferece mecanismos para definição de classes, relações e instâncias, utiliza a lógica descritiva, provendo uma semântica formal para a interpretação da informação (BAADER et al., 2003). Em OWL classes são representadas por conjuntos que contêm os indivíduos; propriedades são relações binárias entre indivíduos; e indivíduos são objetos no domínio de interesse. As propriedades podem ser classificadas de acordo com as suas características, são elas:

- **Funcional:** Se uma propriedade P é funcional, um indivíduo I1 pode ter, no máximo, um indivíduo I2 relacionado a ele pela propriedade P. Por exemplo: João só pode ter um cérebro (domínio Pessoa e range Parte do Corpo).

¹ <http://protege.stanford.edu/>

² <http://www.w3.org/>

- Inversa funcional: Dada uma propriedade P, P é dita inversa funcional se existir uma propriedade P', sendo P' inversa de P e funcional. Por exemplo: Cérebro pertence a João (domínio Parte do Corpo e range Pessoa).
- Simétrica: Se uma propriedade P é simétrica, e relaciona um indivíduo "a" ao indivíduo "b", então o indivíduo "b" também está relacionado ao indivíduo "a" através da propriedade P. Por exemplo: Se João é casado com Maria então Maria é casada com João (domínio Pessoa e range Pessoa).
- Transitiva: Se uma propriedade P transitiva relaciona o indivíduo "a" ao indivíduo "b", e também um indivíduo "b" ao indivíduo "c", implica que o indivíduo "a" está relacionado ao indivíduo "c" através da propriedade P. Por exemplo: Se João é irmão de Maria e Maria é irmã de Joana então João é irmão de Joana (Domínio Pessoa e range Pessoa).

Assim, de forma genérica, o processo convencional de modelagem de Ontologia é subdividido em três etapas, com correções durante o processo. Na primeira, são definidas as classes e suas hierarquias, e as propriedades (axiomas, relações, tipo de relação); na segunda etapa são especificadas as instâncias que compõem a Ontologia. Esta etapa é utilizada como meio de validar a Ontologia, isto é, verificar se o domínio modelado está correto; por fim, a Ontologia modelada é obtida e representada por uma linguagem formal.

3. Processo de Modelagem Seguindo o M-MOBI

O método M-MOBI propõe uma forma complementar aos métodos atuais baseados em classes e foca o seu processo na associação entre instâncias como ponto de partida. O processo de modelagem seguindo o M-MOBI, ver Figura 1, consiste em: dada uma determinada relação R, dois grupos de instâncias de referência são definidos (A e B), sendo mapeados os relacionamentos entre as instâncias dos grupos especificados. Então, as instâncias são classificadas para cada grupo de referência.

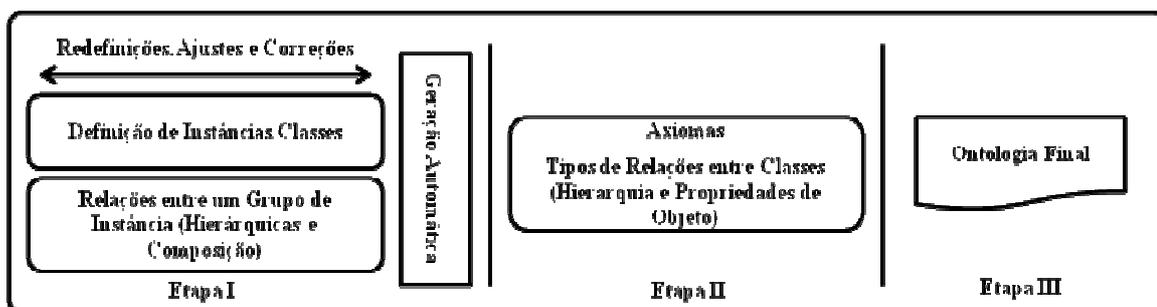


Figura 1: Passos para modelagem de Ontologia seguindo o M-MOBI. Fonte: adaptado de Jorge (2010).

Desta forma, para relação R é garantida a interpretação única do significado das instâncias. A partir do mapeamento dos relacionamentos entre as instâncias é possível deduzir regras e axiomas que regem o conhecimento explicitado na relação.

Na figura 2 tem-se uma visão expandida da Etapa I do processo de modelagem seguindo o M-MOBI. Nela são representadas as associações entre as instâncias de referência, a classificação das instâncias e os possíveis tipos de relações existentes. Em Jorge (2010) é detalhada a arquitetura geral do M-MOBI que abrange desde o sua formalização em EBNF (*Extended Backus–Naur Form*) até a interoperabilidade com outros aplicativos,

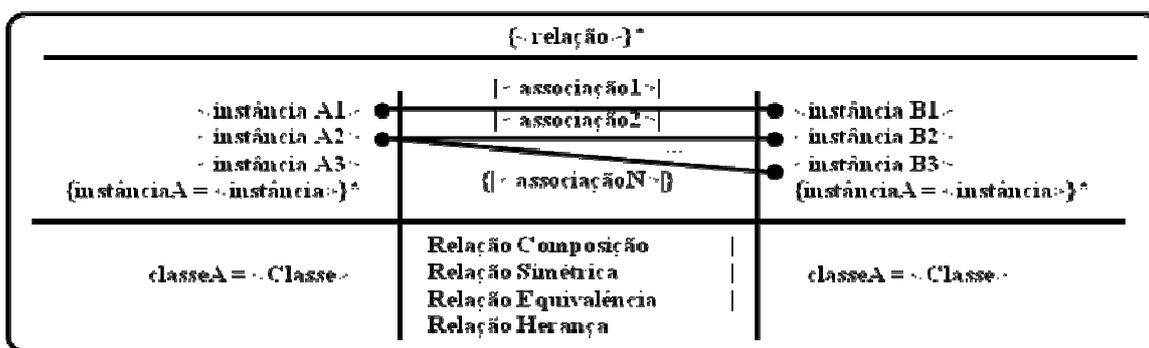


Figura 2: Relacionamento entre dois grupos de instâncias. Fonte: adaptado de Jorge (2010).

e também são detalhados os requisitos funcionais que norteiam o método de modelagem M-MOBI. A compreensão dos requisitos ajudam a entender a proposta deste novo método, são eles:

{RF1} Na modelagem conceitual de um domínio, oferecer mecanismos para iniciar a modelagem pela identificação de um grupo de instâncias que estabelecerão regras (axiomas) para as demais instâncias. Através de cenários de relações entre um grupo de instâncias, do domínio a ser modelado, determinar as regras e restrições de relacionamento geral para todas as instâncias.

{RF2} Na categorização semântica, permitir que uma instância possa ser classificada n vezes. Esta é uma das questões fundamentais que difere o M-MOBI dos modelos de codificação baseados em Orientação a Objetos, Entidade Relacionamento e Ontologia. Uma instância nestes modelos deve sempre ser criada a partir de uma classe, gerando uma dependência entre instância/classe. Um problema observado, nos modelos supracitados, é que a instância fica acoplada a classe para o resto do seu ciclo de vida. Já no M-MOBI, por exemplo, uma instância da classe "Pessoa" deve poder ser vinculada ou desvinculada com as classes "Professor", "Aluno" e "Funcionário".

{RF3} Ao relacionar instâncias, todas as associações e classificações já estabelecidas anteriormente no grupo de referências devem ser reaproveitadas. Se em um momento passado uma relação já foi feita entre instâncias, em uma nova relação esta associação deve ser semi-automaticamente reaproveitada. Por exemplo, se o "Estado:Bahia" já foi associado com a instância "Cidade:Salvador" em uma relação "temCidade", em uma nova relação "temCapital" as ligações entre "Bahia" e "Salvador" são firmadas semi-automaticamente (ou seja com a confirmação do agente modelador).

{RF4} Na criação de instâncias deve-se obedecer ao preceito da unicidade das mesmas, visto que no M-MOBI as instâncias são únicas para todos os domínios modelados e a serem modelados.

{RF5} Através da associação entre instâncias auxiliar o modelador a inferir o tipo de relação a ser estabelecida. Portanto, o modelador será ajudado no processo de escolha se a relação é uma relação de herança, equivalência ou de composição, isto é determinado semi-automaticamente.

Uma justificativa para a proposta desse novo paradigma para modelagem conceitual é o fato de que instâncias são únicas, a mutabilidade ocasional se faz apenas no contexto de suas classificações. Essas mudanças podem ocorrer devido a variações no domínio ou novas mediações feitas pelo agente modelador. Portanto, o método M-MOBI visa reduzir a complexidade do processo de modelagem, revisão e correção de uma Ontologia. Um elemento fundamental deste método é a utilização dos diagramas de instâncias para a representações das instâncias e seus relacionamentos, visando fornecer cenários para o processo de modelagem.

4. Editor M-MOBI

O editor gráfico proposto objetiva apresentar mecanismos para modelagem conceitual de Ontologia através do método M-MOBI. A materialização do M-MOBI em uma ferramenta gráfica ajuda a ampliar o uso do método. Somado a isso, visa-se efetuar uma análise da efetividade do processo de modelagem seguindo os requisitos detalhados na Seção 3.

O editor M-MOBI, apresentado na figura 3, é uma ferramenta com objetivos semelhantes à ferramenta Protégé e foi desenvolvido através da linguagem Java com apoio dos frameworks Jena³ e JavaFX⁴. A forma de modelagem do editor M-MOBI se diferencia na

³ <http://jena.sourceforge.net/>

⁴ <http://javafx.com/>

condução processual da modelagem, pois está baseado na associação de um grupo de instâncias de referência.

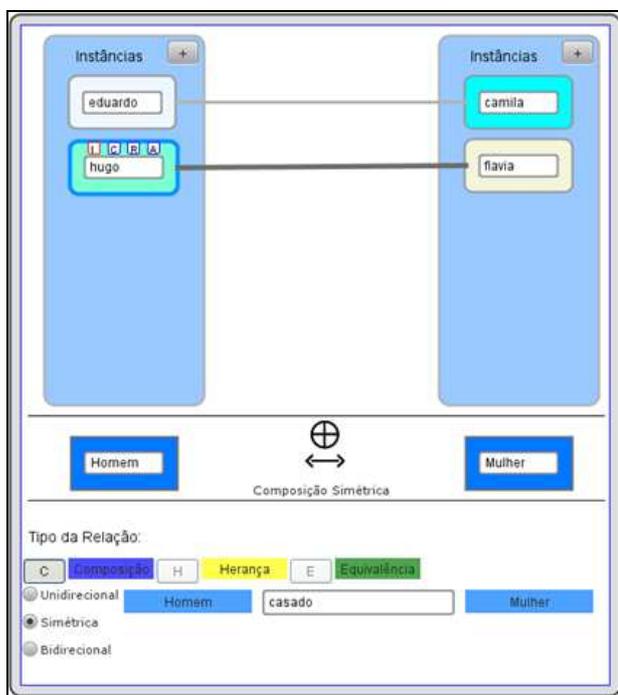


Figura 3: Componente Principal da Interface do Editor M-MOBI

A seguir enumeram-se os passos principais para modelagem de uma relação no editor M-MOBI: (i) especificar 2 (dois) grupos de instâncias de referência (na Figura 3 refere-se as instâncias Eduardo, Hugo, Camila e Flavia); (ii) especificar as associações entre as instâncias (na Figura 3, Eduardo está associado com Camila e Hugo com Flavia); (iii) classificar as instâncias para cada grupo de referência; (na Figura 3, grupos classificados como Homem e Mulher); (iv) definir o tipo de relacionamento entre classes (hierquica, equivalência ou composição). No caso de uma composição, escolher entre os tipos unidirecional, simétrica e bidirecional e nomear a relação. (na Figura 3, o tipo é composição simétrica com nome de casado).

Além da seção apresentada na Figura 3 existem mais duas seções. Seção de relações, onde são listadas todas as relações, possibilitando a alternância entre as mesmas a qualquer momento e a seção de visualização geral onde são expostos o diagramas de instância, classe e relações para auxiliar o processo de modelagem no entendimento do todo. Esta organização visou agrupar os elementos de maneira coerente, intuitiva e de acordo com os conceitos do método. Ressalta-se que no editor M-MOBI não é preciso definir características de propriedade do objeto (funcional e inversa funcional), pois se identifica as propriedades a partir das associações feitas entre as instâncias na relação, através da concepção de um

cenário. Provavelmente o modelador para indicar uma característica de uma propriedade constrói mentalmente este cenário de associações entre as futuras instâncias envolvidas na relação. Assim, a proposta do M-MOBI é materializar graficamente a construção deste cenário para ajudar no processo de modelagem.

5. Análise Comparativa entre o Editor M-MOBI e Protégé

Esta seção apresenta um exemplo prático, objetivando a modelagem de uma Ontologia no domínio Acadêmico, utilizando o Editor M-MOBI e a ferramenta Protégé. Optou-se por realizar uma comparação com o Protégé pelo fato do mesmo ser uma das ferramentas mais referenciadas por estudos sobre modelagem de Ontologia.

Para este exemplo, considera-se o seguinte cenário observado no domínio Acadêmico: existem n alunos e n professores; alunos devem escrever um artigo no final do curso; um mesmo artigo pode ter mais de um aluno como autor; pode existir alunos que não possuam artigo, entretanto, todo artigo necessariamente deve ter pelo menos um autor; professor pode ser aluno e aluno pode ser professor, simultaneamente;

A seguir será construída a modelagem do domínio Acadêmico através dos softwares de modelagem de Ontologia, M-MOBI e Protégé, supondo a existência do seguinte cenário: Na Universidade existem as Pessoas João e Maria, ambos são Alunos; João é também Professor; Maria é autora do artigo B; João é autor do artigo A e do artigo B.

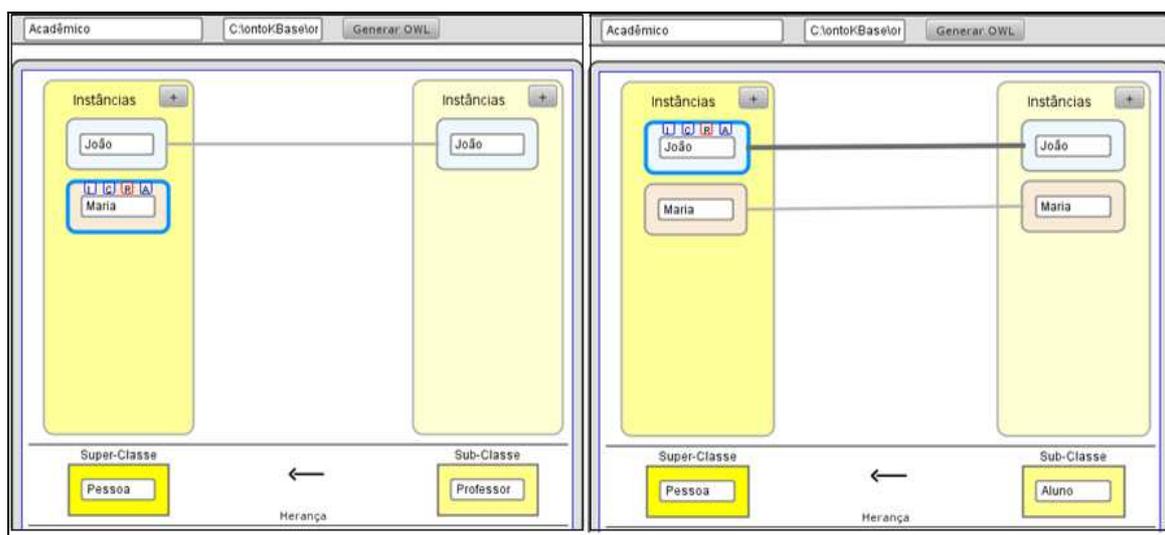
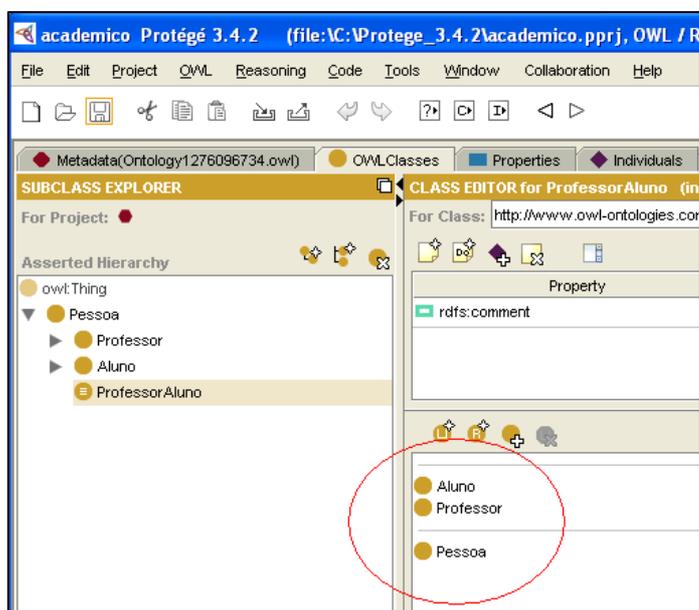


Figura 4: Exemplo da modelagem de herança múltipla no M-MOBI.

Na Figura 4 tem-se a visão das etapas de modelagem de herança múltipla no M-MOBI. Nela, a instância “João” assume a classificação “Pessoa”, “Aluno” e “Professor”. A multiplicidade de classificações foi representada de forma intuitiva quando a instância “João”,

classificada como aluno, recebeu também a classificação “Professor”. A herança múltipla foi efetuada sem esforço adicional para o agente modelador.



Na figura 5: modelagem de herança múltipla no Protégé 3.4.2.

A visão da modelagem de herança múltipla no Protégé é apresentada na Figura 5. As etapas são: (i) criar as classes “Pessoa,” “Professor” e “Aluno” ; (ii) criar a classe “ProfessorAluno” para abrigar as instâncias correspondentes a professores que também sejam alunos; (iii) criar uma restrição de interseção entre as classes ”Professor” e “Aluno” para a classe “ProfessorAluno”; (iv) instanciar o indivíduo “Joao” na classe “ProfessorAluno”; (v) aplicar o recurso de inferência no domínio para que o indivíduo “Joao” possa pertencer simultaneamente às classes “Aluno” e “Professor”; (vi) como o indivíduo “Joao” pertence a mais de uma classe (Professor e Aluno), só é possível visualizá-lo nas classes “Professor” e ”Aluno” na aba “Inferred”, pois ele deriva de uma inferência.

Na figura 6 tem-se a visão das etapas de modelagem de uma relação de composição bidirecional no editor M-MOBI. Nela, a instância “Joao” e “Maria” classificados como Aluno estão associados com o “ArtigoA” e o “ArtigoB”. O tipo de relação é indicado no final do componente de mapeamento de relação como composição. Esta indicação é automaticamente inferida, o agente modelador só indica que é bidirecional e define os nomes “temArtigo” e “pertence_a_Autor”.

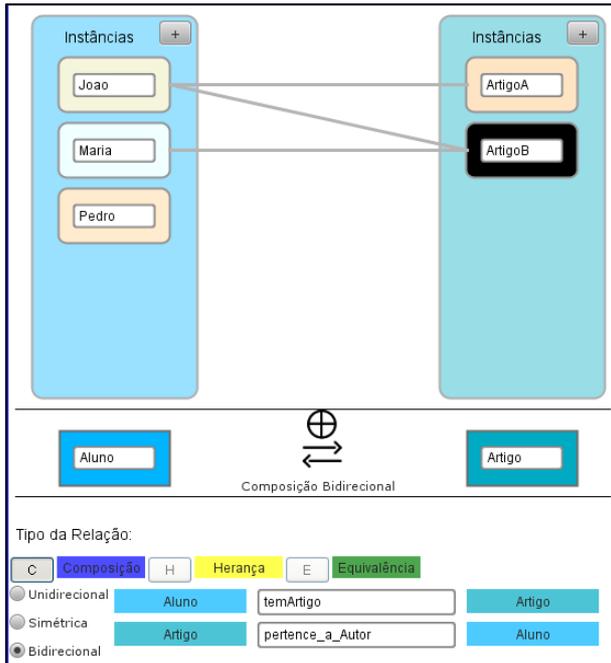


Figura 6: Exemplo de relação de composição bidirecional no editor M-MOBI.

Na Figura 7 tem-se a visão das etapas de modelagem de composição bidirecional entre a classe Aluno e Artigo no editor Protégé. As etapas são: (i) criar as classes Aluno e Artigo, caso ainda não tenham sido criadas; (ii) criar a propriedade de objeto "temArtigo" e a propriedade inversa "pertence_a_Autor"; (iii) vincular as classes com as propriedades, ou seja, para a propriedade "temArtigo" o domínio é a classe "Aluno" e o range é a classe "Artigo" e para a propriedade "pertence_a_Autor" o domínio é a classe "Artigo" e o range é a classe "Aluno"; (iv) criar os indivíduos "Joao" e "Maria" para a classe "Aluno" e os indivíduos "ArtigoA" e "ArtigoB" para a classe "Artigo"; (v) por fim mapear as associações entre indivíduos seguindo as regras definidas no passo 2 e 3.

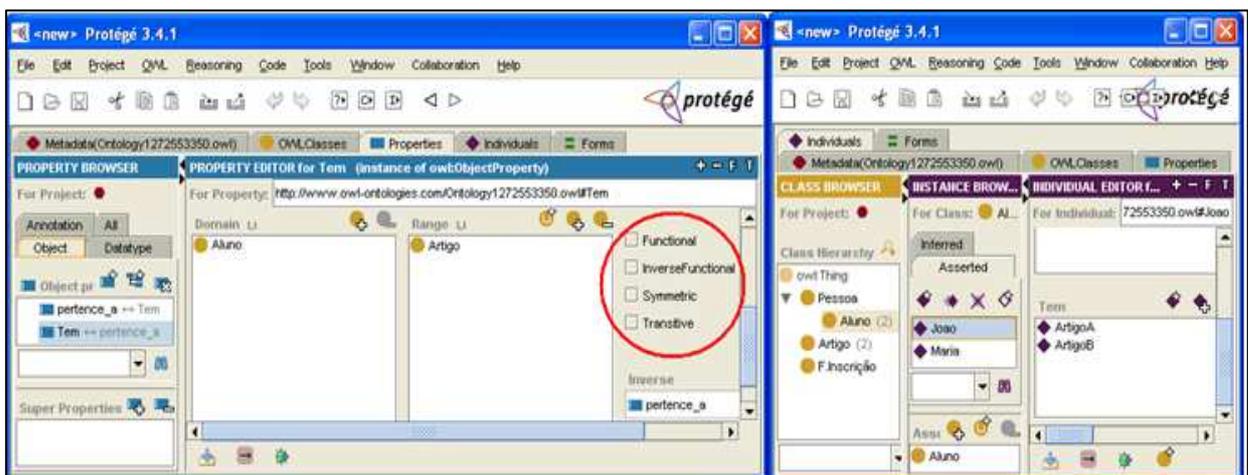


Figura 7: Exemplo de relação de composição bidirecional no editor Protégé 3.4.2.

Através da análise das relações modeladas nos dois editores conclui-se que o método M-MOBI somado ao seu editor objetiva fornecer um ambiente mais amigável ao especialista do domínio. A análise comparativa com o editor Protégé mostrou uma redução da quantidade de etapas que devem ser efetuadas na modelagem de um domínio quando comparado com o editor M-MOBI.

6. Considerações Finais

Neste artigo foi apresentado a proposta de um novo método de modelagem de Ontologia que tem como principal característica a mudança de foco de classes, para um método de modelagem baseado em um grupo de instâncias de referência. Este método não visa ser um contraponto aos métodos atuais, mas sim uma forma complementar. Como trabalhos futuros sugere-se pesquisas qualitativas e quantitativas com o intuito comparativo de desempenho, usabilidade e aceitação em relação aos demais métodos de modelagem; alguns dos parâmetros de pesquisa poderiam ser o grau de conhecimento do agente modelador em modelagem conceitual e o tempo de construção modelo. Propõe-se também a evolução da ferramenta, possibilitando a modelagem de domínios múltiplos, mecanismos de inferência, definição de cardinalidade específica, persistência de dados, representação em outras linguagens e importação de arquivos OWL.

Referências

- BAADER, F.; CALVANESE, D.; MCGUINNESS, D.; NARDI, D.; PATEL-SCHNEIDER, P. **The Description Logic Handbook: Theory, Implementation, Applications**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- BREITMAN, K. **Web Semântica a Internet do Futuro**. Rio de Janeiro: LTC, 2005.
- FREITAS, F. L. G.; **Ontologias e Web Semântica**; Santos, 2005.
- GRUBER, T. **A translation approach to portable ontologies**. *Knowledge Acquisition*, v. 5, p.199–200, 1993.
- JORGE, E. M. F.; MONTEIRO, S. L.; PEREIRA, H. B. B.; REIS, U. S.; CAJAHIBA, T. S. D. A. Odrn (ontology diamond research model): **Um conjunto formal de métodos, processos e ferramentais para estruturar bases de conhecimentos pautadas em ontologia**. II Seminário de Pesquisa em Ontologia no Brasil, SETEMBRO 2009.
- JORGE, E. M. F. **Método de Modelagem de Ontologia Baseado em Instâncias**. Texto para a qualificação. Doutorado Multidisciplinar e Multi-institucional em Difusão do Conhecimento . UFBA, LNCC, UNEB, UEFS, UFABC, IFET e SENAI-CIMATEC. Maio 2010.