

Frames: uma forma de representação de conceitos em ontologias

Carolina Müller
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS
muller.carolina@ymail.com
Rove Chishman
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS
rove@unisinis.br

RESUMO: Neste artigo apresentamos uma discussão acerca da Semântica de Frames e sua proficuidade no estabelecimento de relações semânticas associativas na construção de ontologias de domínio. Descrevemos nossa proposta de inserção de frames na definição de conceitos do domínio da Educação a Distância, proporcionando uma exemplificação da proposição de novos frames e sua formalização em editor de ontologias. Os resultados do estudo apontam os frames como uma abordagem significativa para o estabelecimento de relações associativas em ontologias de domínio.

PALAVRAS-CHAVE: Frames, Ontologias de domínio, Modelagem semântica, Educação a distância

ABSTRACT: In this paper we present a discussion about the Semantic Frames and their usefulness in establishing associative semantic relations in the construction of domain ontologies. We describe our proposal to insert frames in defining concepts in the field of distance education, providing an exemplification of the proposition of new frames and its formalization in ontology editor. The results of the study show the frames as a significant approach for establishing associative relationships in domain ontologies.

KEYWORDS: Frames, domain ontologies, semantic modeling, Distance Education

Considerações iniciais

A interface entre linguagem e computação tem sido foco de diversos estudos, tanto na área da Linguística quanto na da Informática. Muitas são as possibilidades de interação entre linguagem e computação, sendo as ontologias uma das mais profícuas.

Atualmente, as ontologias têm sido amplamente utilizadas por informatas para refinamento de sistemas de busca na *Web* e criação de agentes que visam ao aprimoramento de *softwares* através do Processamento da Linguagem Natural (PLN).

Consideramos que uma ontologia descreve formalmente os conceitos que estruturam um determinado domínio, bem como as relações semânticas existentes entre eles, isto é,

ontologia é um sistema que define e classifica o conhecimento, estruturando seus conceitos de forma clara e precisa e formalizando-os de modo a serem tratados por computadores. Em suma, uma ontologia deve ser construída com base em conceitos e nas relações existentes entre eles, levando em consideração o contexto do domínio no qual está inserida (MÜLLER, 2011).

Neste artigo temos como objetivo demonstrar a possibilidade de uso de *frames* para a descrição de relações associativas em uma ontologia de domínio, para tanto relatamos parte da pesquisa desenvolvida em dissertação de mestrado, cujo propósito foi a criação de uma ontologia para Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle.

Os conceitos e seus relacionamentos são estruturantes das ontologias e, por esta razão, julgamos necessário tecer alguns esclarecimentos acerca da forma como tratamos as relações na nossa ontologia. Em nosso estudo, tratamos os relacionamentos classificando-os em dois grupos: relações paradigmáticas e relações sintagmáticas. Consideramos as relações paradigmáticas como taxonômicas e estruturantes da ontologia e as relações sintagmáticas como associativas, permitindo a inclusão de diferentes tipos de relacionamentos entre os conceitos, sendo os *frames* enquadrados nesta categoria.

Organizamos o artigo em três seções. Na seção 2 apresentamos os aspectos teóricos que nortearam nosso trabalho com os *frames* para a descrição dos conceitos na ontologia. Na seção 3 apresentamos nosso estudo sobre os *frames* existentes na FrameNet (FN) e a proposição de *frames* mais adequados ao domínio de estudo. A seção 4 tem como propósito demonstrar as soluções encontradas para a formalização dos conceitos e relacionamentos estabelecidos através dos *frames* em um editor de ontologias. Por fim, tecemos algumas considerações finais acerca da ontologia construída e da proficuidade dos *frames* neste tipo de descrição.

2. Relações sintagmáticas: um destaque para a Semântica de Frames

Com a crescente evolução dos estudos em PLN, o estudo das relações sintagmáticas passou a ser de fundamental importância para a implementação de sistemas inteligentes, uma vez que a parte formal envolvendo as ligações entre classes e subclasses não é suficiente.

Consideramos que o modelo de *frames* presta-se de forma adequada para a descrição de diferentes relacionamentos entre os conceitos, principalmente no que se refere ao estudo dos verbos de modo a permitir o estabelecimento de relacionamentos sintagmáticos na nossa

ontologia, cujo objetivo é descrever o Ambiente Virtual Moodle com vistas à utilização por um sistema agente capaz de interagir com os usuários.

A Semântica de Frames tem origem nos estudos de Fillmore (1982) e leva em conta fatores culturais e situacionais para descrever a estrutura cognitiva de um evento, ou seja, considera o chamado conhecimento enciclopédico, avaliando como o conhecimento geral do falante reflete na forma como ele interpreta o mundo e como compreende o significado das palavras. Tem como base a multiplicidade de significados atribuídos a uma palavra, de acordo com a experiência humana. Esta abordagem para a construção dos significados e do conhecimento insere-se no âmbito da Linguística Cognitiva (LC), conforme Croft e Cruse (2004). Segundo os autores, “Fillmore utiliza-se de uma ampla gama de exemplos para demonstrar que existem fenômenos significativos da semântica, os quais não podem ser facilmente capturados em um modelo de semântica estrutural e traços semânticos” (CROFT e CRUSE, 2004, p. 8).

Conforme Geeraerts (2003), a Semântica de Frames baseia-se no pressuposto de que o conhecimento humano é organizado em um todo, não através de conceitos isolados. Para o autor, os conceitos se estruturam internamente em conjuntos, por ele chamados de *cenae*, que compreendem crenças, experiências ou imaginações.

O termo *cena* equivale ao que Minsky (1974), na área da Inteligência Artificial, e Fillmore (1977), na área de Linguística, chamaram de *frame*. Para Fillmore (1982), um *frame*, sob o ponto de vista linguístico-pragmático, considera o conhecimento de mundo em sua estrutura de representação, tornando-se uma visão mais ampla. Diante disso, estruturar o conhecimento através de *frames* é um aspecto fundamental para o entendimento do significado de uma palavra na Semântica de Frames.

Sob uma abordagem linguística, Fillmore (1982) considera *frame* uma construção intuitiva que possibilita a formalização de relações entre semântica e sintaxe como decorrência de uma análise lexical. Também poderíamos dizer que um *frame* é uma estrutura de conhecimento que ocorre a partir das interações refletidas pela linguagem.

Considerando as ideias apresentadas anteriormente, podemos dizer que um *frame* é uma estrutura intuitiva que leva em consideração o conhecimento enciclopédico (de mundo) e que permite observar as relações (sintáticas e semânticas) manifestadas na língua.

Estudos sobre Semântica de Frames inspiraram a criação do projeto FrameNet (FN), um projeto sediado no Instituto Internacional da Ciência da Computação de Berkeley, que consiste em um repositório com mais de dez mil unidades lexicais, organizadas em cerca de oitocentos frames e mais de cento e vinte mil exemplos para o inglês. Trata-se de um recurso

lexicográfico, pois identifica e descreve *frames semânticos*, analisando o significado das palavras e estabelecendo ligações com outros frames cujos significados estejam implícitos através de propriedades sintáticas e semânticas (FILLMORE, 1982).

Na FN um *frame* descreve uma situação típica de uma determinada língua, levando em consideração os aspectos culturais a ela relacionados e incluindo os participantes e suas condições. Cada *frame*, como uma categoria cognitiva, manifesta-se na língua por meio de palavras que o introduzem, isto é, *evocam o frame*.

Para Fillmore (1982), *frame semântico* é uma representação em forma de esquema de uma situação que envolve vários participantes, diversas propriedades e outros papéis conceituais onde cada uma das noções representa um *elemento de frame*, este, por sua vez, corresponde a uma categoria da FN. Assim, podemos concluir que cada argumento semântico relacionado a uma palavra corresponde a um *elemento de frame* do *frame semântico* ao qual a palavra está associada (FILLMORE, WOOTERS e BAKER, 2001; JOHNSON e FILLMORE, 2000; PETRUCK, 1996)¹.

A concepção de *frame* adotada por Fillmore (1982) e utilizada na FN está profundamente ligada à sintaxe, em maior ou menor grau de detalhamento, sendo assim considerada uma forma de ampliação do escopo dos papéis semânticos e estabelecendo uma ligação entre a sintaxe-semântica e o contexto.

A FN tem como objetivo principal identificar padrões de valência para verbos, substantivos, adjetivos, advérbios e preposições (somente na língua inglesa), através de anotações e da exemplificação com sentenças reais.

Neste recurso lexical, os *elementos de frame* das situações podem ser organizados em nucleares (*Core*) e não nucleares (*Non-Core*), noções estas que estão fortemente ligadas à visão dos papéis semânticos que ocupam posições argumentais (participantes) ou não (não participantes). Os nucleares são os *elementos de frame* fundamentais para a caracterização do *frame* e se manifestam até mesmo na estrutura argumental traduzida pelo verbo em questão (predicador). Já os não nucleares não são tão importantes na conceituação, uma vez que não caracterizam o *frame* sozinhos.

Uma abordagem baseada em *frames*, que identifica os *elementos de frame* que participam da situação evocada pelo item lexical, permite a inclusão de importantes informações na nossa ontologia, ampliando sua capacidade de representação relacionada ao domínio do ambiente Moodle.

¹ Disponível em: <<http://www.icsi.berkeley.edu/framenet/>>. Acesso em: 2010

Apresentamos acima duas perspectivas distintas sobre os *frames* e consideramos relevante atentar para a diferença. As definições apresentadas para esta forma de representação do conhecimento são similares; porém, a FN, como recurso computacional, implementa uma forma diferente de descrição, através de categorias específicas.

3. Estudo dos frames para inclusão na ontologia

Tomamos como base os *frames* existentes da FN, realizando uma busca dos verbos do nosso domínio e verificando os *elementos de frame* relacionados a cada cena, a fim de verificar se corresponde ou não ao escopo de nossa ontologia. Encontramos nove *frames* na FN que são evocados pelos verbos retirados do nosso corpus, sendo muitos deles não relacionados diretamente ao domínio da educação, mas que poderão ser úteis na descrição semântica dos verbos selecionados no *corpus*. O *frame* mais significativo para o nosso estudo encontrado na FN é o frame **Education-teaching** (evocado pelos verbos lecionar, ensinar e estudar), pois se refere especificamente à situação de aprendizagem dos sujeitos.

Analisamos o *frame* supracitado e percebemos que a FN não se ocupa da descrição de *frames* especializados, mas daqueles que descrevem cenas gerais de situações de comunicação². Diante disso, propomos a criação de um *frame* específico para a EAD, o qual chamamos de **EAD-teaching**. Para a organização das classes e subclasses da ontologia, criamos diferentes categorias, dentre elas, uma para abrigar todas as ferramentas do Ambiente Moodle que permitem a interação entre os usuários, denominada **Ferramentas de Interação**. A proposição do *frame* **EAD-teaching** partiu da análise da categoria **Ferramentas de Interação**, por ser este um dos principais diferenciais da educação a distância.

Considerando as diferentes ferramentas de interação disponíveis no Ambiente Moodle, este *frame* foi subdividido em outros quatro, que correspondem a situações específicas de EAD: chat, fórum, wiki e diário. O *frame* EAD-Teaching foi descrito na tabela 1. Salientamos que neste estudo a criação dos *frames* deu-se com base no *corpus* de pesquisa³ e não seguimos fielmente os passos de criação de *frames* utilizados para a representação na FN.

² É importante salientar que a FN não tem como propósito a descrição de frames de domínios específicos, mas apresenta frames capazes de descrever cenas gerais acerca de diferentes situações.

³ O *corpus* de pesquisa é constituído de manuais do Ambiente Moodle disponibilizados eletronicamente – um manual completo sobre o Moodle, um manual para professores e um guia para alunos.

Frame EAD-TEACHING (evocado pelos verbos lecionar, ensinar e estudar)	
Definição: este frame contém as palavras referentes ao ensino e aos participantes no ensino à distância. Um aluno começa a aprender sobre um assunto, uma habilidade, um preceito ou um fato como resultado da instrução de um professor. As atividades ocorrem através de um ambiente de ensino a distância, envolvendo atividades síncronas e assíncronas.	
Elementos de frame:	
<p>Nucleares:</p> <p>Curso: programa de conteúdos específicos que serão desenvolvidos através de atividades.</p> <p>Conteúdo: a informação que o estudante recebe do professor.</p> <p>Estudante (aluno): aquele que é instruído por um professor em habilidades e conhecimentos. Acessa o ambiente e realiza as tarefas postadas pelo professor.</p> <p>Professor: aquele que instrui um aluno em alguma área do conhecimento ou habilidade. Acessa o ambiente e cria as tarefas para os estudantes. Tem a função de avaliar as tarefas e organizar o ambiente.</p> <p>Semana/módulo: formato como o curso é organizado.</p> <p>Tutor: auxilia os alunos e professores no processo de aprendizagem. Em alguns casos assume o mesmo papel de professor.</p> <p>Monitor: tem a função de esclarecer dúvidas e auxiliar os alunos no processo de aprendizagem.</p> <p>Período: período em que o curso ocorre.</p> <p>Avaliação: as atividades realizadas pelos estudantes através das ferramentas do ambiente podem ser avaliadas pelo professor, resultando em uma nota ou conceito.</p>	<p>Não nucleares:</p> <p>Área: área do conhecimento ou habilidade que é ensinada.</p> <p>Instituição: estabelecimento de ensino, como uma escola ou faculdade.</p> <p>Ambiente: o ambiente EAD no qual ocorre o curso.</p> <p>Material: material didático, tais como vídeos, textos, e-books, links utilizados pelo professor ou pelo estudante para adquirir habilidades ou conhecimentos.</p> <p>Recurso: recursos disponíveis no sistema como ferramentas de aprendizagem. São criados pelo professor e destinados aos estudantes.</p>
Relações entre frames:	
<p>Herda de education-teaching, Usa: studying, reading, participation, intentionally-create, sent-itens, communication_response, questioning, text-creation e examination É herdado por: chat, fórum, wiki e diário.</p>	

Tabela 1: Proposta para o *frame* EAD-teaching. Fonte: elaborada pela autora

A tabela 2 descreve os subframes propostos através de nossa análise do corpus e do Ambiente Moodle.

Frame chat (subframe de Ead-teaching)
Definição: este frame descreve uma situação de uso da ferramenta chat de comunicação síncrona que permite que professor e alunos mantenham uma conversa em tempo real, ou seja, é necessário que todos estejam simultaneamente on-line para que haja a interação. Também conhecido como sala de bate-papo.
Elementos de frame:
<p>Assunto: assunto que será discutido no chat. Pode ser sobre algum texto lido, sobre alguma dificuldade do grupo, etc.</p> <p>Estudante: participam do chat em tempo real lendo e respondendo as mensagens digitadas sobre o assunto em questão.</p> <p>Professor: participa do chat, criando e postando o assunto inicial. Gerencia o chat, definindo o horário e mediando as interações dos alunos. Lê e responde os comentários dos alunos, provocando discussões e levantando questionamentos.</p> <p>Objetivo: explicita a finalidade da criação do chat.</p> <p>Data: marca a data em que todos deverão estar logados ao sistema para a atividade.</p> <p>Horário: marca o início e o término da seção de bate-papo.</p>
Frame wiki (subframe de Ead-teaching)
Definição: este frame descreve uma situação de uso da ferramenta wiki, ou seja, da criação de uma coleção de documentos criados de forma coletiva no ambiente da internet. Basicamente, uma página wiki é uma página web que qualquer pessoa de um curso pode criar, diretamente no navegador, sem necessidade de conhecimento de uma linguagem específica. Uma wiki começa com uma página de rosto. Cada autor pode acrescentar outras páginas ao wiki, simplesmente criando um link. É uma ferramenta de trabalho colaborativo.
Elementos de frame:
<p>Rosto: página inicial da wiki.</p> <p>Páginas: todas as páginas produzidas pelos alunos e professor.</p> <p>Link: ligação entre as diferentes páginas.</p> <p>Grupos: define quem poderá criar e editar a wiki.</p> <p>Mapa: visão hierárquica das páginas, começando pela primeira.</p> <p>Índice: ordem alfabética do conteúdo criado na wiki.</p> <p>Aplicação: define qual será o uso da wiki: apresentação de conteúdo, registro de impressões sobre a aula, etc.</p>
Frame diário (subframe de Ead-teaching)
Definição: este frame descreve uma situação de uso da ferramenta diário que permite ao professor conversar separadamente com o estudante e que o mesmo relate suas experiências e reflexões de maneira progressiva, podendo contar com o retorno do professor. É uma atividade que precisa ser feita constantemente, com intervalos de tempo de acordo com a necessidade da turma e do professor (dia, semana, quinzena).
Elementos de frame:
<p>Anotação: recado ou tópico postado no diário pelo aluno.</p> <p>Feedback: retorno do professor ao aluno.</p> <p>Visualização: somente professor e aluno podem ver as postagens do diário.</p> <p>Periodicidade: intervalo de tempo definido previamente para preenchimento do diário (diário, semanal, quinzenal)</p>

Tabela 2: Proposta para os subframes. Fonte: elaborada pela autora

O subframe **Fórum** é descrito na tabela 3 apresentando sentenças que exemplificam cada elemento.

Frame Fórum (subframe de Ead-teaching)
<p>Definição: este frame descreve uma situação de uso da ferramenta fórum como atividade de discussão e interação entre usuários. Os fóruns têm diversos tipos de estrutura e podem incluir avaliação recíproca em cada mensagem. As mensagens são visualizadas em diversos formatos e podem incluir anexos. Os participantes do fórum têm a opção de receber cópias das novas mensagens via e-mail e os professores, de enviar mensagens ao fórum com cópias via e-mail a todos os participantes. Não é necessário que todos os participantes estejam on-line para a interação no fórum.</p>
<p>Elementos de frame:</p> <p>Assunto: assunto ao qual o fórum se refere <i>Ana Guimarães</i> criou o fórum sobre EAD.</p> <p>Estudante: participa do fórum postando comentários e enviando mensagens aos demais. Suas mensagens são avaliadas pelo professor. Pode também postar um tópico, caso esta opção seja liberada pelo professor. <i>Jose Carlos</i> escreve comentários.</p> <p>Professor: participa do fórum, criando e postando o tópico inicial. Gerencia o fórum, criando grupos, organizando os tópicos e avaliando as mensagens postadas pelos estudantes. <i>Isa Mara Alves</i> avalia participação.</p> <p>Tópico: texto que tem a função de dar início de uma discussão sobre um determinado assunto que deve nortear os demais comentários, delimitando o assunto da discussão. É inserido pelo criador (estudante ou professor). <i>Rovys</i> cria tópico sobre Semântica.</p> <p>Comentário: mensagem postada no fórum relacionada ao assunto do tópico. <i>João</i> comentou sua opinião sobre EAD.</p> <p>Objetivo: explicita a finalidade da criação do fórum. O fórum foi criado para avaliar os alunos.</p> <p>Período: marca o período em que o fórum estará ativo para que os alunos e professores realizem sua interação. Este fórum tem início em 28-02 e encerra-se em 03-03.</p>

Tabela 3: Subframe Fórum. Fonte:

elaborada pela autora

Diante dos dados dos *frames* expostos acima, tanto dos da FN quanto dos propostos por nós, é possível ampliar os relacionamentos baseados em verbos na nossa ontologia. Os *frames* revelam diferentes papéis dos participantes, por exemplo, <aluno> escreve <diário>, participa de <chat>, posta em <fórum>, escreve <texto>, lê <tarefas>, etc. A vinculação deste tipo de relacionamento torna-se muito mais fácil através dos *frames*, pois, caso tivéssemos optado pelos papéis temáticos, teríamos que criar uma grande lista de ações para cada participante; através dos *frames* e seus elementos estas ações ficam explícitas.

A figura 1 representa graficamente a proposição da inserção do *frame Ead-teaching* e seus subframes na FN.

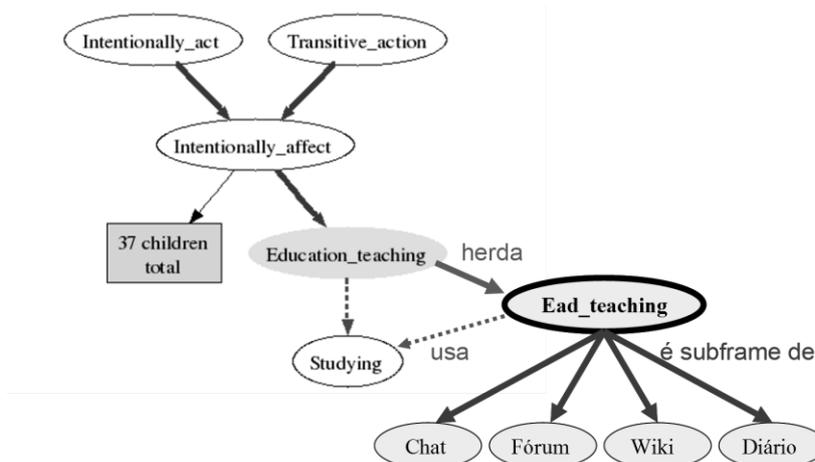


Figura 1: Frame Ead-teaching e seus subframes - estrutura da FN. Fonte: elaborado pela autora

Consideramos necessário esclarecer que neste trabalho não aprofundamos todas as possibilidades de *frames* específicos, pois consideramos que o principal diferencial do ensino a distância em relação ao *frame* encontrado na FN são as ferramentas de interação disponíveis no ambiente virtual, e, portanto, optamos por destacar tais ferramentas.

Concluída esta etapa de definição dos *frames* representativos da classe **Ferramentas de Interação** buscamos alternativas para a formalização destes relacionamentos no editor de ontologias Protégé⁴. Na seção seguinte, apresentamos a solução encontrada para estabelecer o relacionamento entre a estrutura taxonômica da ontologia e os *frames* propostos.

3. Modelagem no editor de ontologias – formalização dos frames

Neste artigo destacamos a modelagem dos *frames* no editor de ontologias, por esta razão apresentamos brevemente as demais etapas metodológicas, trazendo aspectos necessários para o entendimento do contexto do trabalho desenvolvido.

Realizamos a compilação dos documentos⁵ utilizando a ferramenta *e-Termos*⁶, que gerou um documento único contendo todas as informações para a nossa análise, constituindo nosso *corpus* de pesquisa. Passamos à extração semi-automática dos termos, ou seja, os substantivos e os verbos para a análise linguística. Esta análise resultou em 87 itens lexicais que foram analisados com base na estrutura ontológica proposta⁷, isto é, levando em conta sua

⁴ Ferramenta que permite construir ontologias de domínio, personalizar formulários de entrada de dados, inserir e editar dados, possibilitando a criação de bases do conhecimento guiadas por uma ontologia. É um editor de ontologias de código aberto e foi desenvolvido pela Stanford Medical Informatics na Stanford University School of Medicine.

⁵ Conforme já citado anteriormente, os documentos selecionados são manuais do Ambiente Moodle disponibilizados eletronicamente – um manual completo sobre o Moodle, um manual para professores e um guia para alunos.

⁶ O e-Termos, acrônimo de Termos Eletrônicos, é um ambiente computacional colaborativo web de acesso livre e gratuito dedicado à gestão terminológica. Seu principal objetivo é viabilizar a criação de produtos terminológicos, sejam eles para os fins de pesquisa acadêmica ou de divulgação, por meio da (semi)automatização das etapas do trabalho terminológico. É um projeto acadêmico desenvolvido em parceria entre a Embrapa Informática Agropecuária (CNPTIA), Universidade de São Paulo (USP Campus de São Carlos, SP) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), representados pelos laboratórios de pesquisa LabInfo (Laboratório de Organização e Tratamento da Informação Eletrônica), NILC (Núcleo Interinstitucional de Linguística Computacional) e o GETerm (Grupo de Estudos e Pesquisas em Terminológicos), localizados nas três instituições, respectivamente. Disponível em: <<http://www.etermos.cnptia.embrapa.br/index.php>>. Acesso em: 02/01/2011.

⁷ A estrutura ontológica proposta tem como objetivo sistematizar e organizar o estabelecimento dos relacionamentos necessários para a construção da ontologia. Seguimos a seguinte estrutura ontológica: definição do termo, relações de hiponímia, relações de meronímia, relações de equivalência e frames.

definição, as relações de hiponímia, de meronímia, de equivalência e os respectivos *frames* ao qual estavam relacionados.

Na etapa linguística, analisamos as relações paradigmáticas estabelecendo a estrutura hierárquica da ontologia através das relações de hiponímia e meronímia. As relações sintagmáticas foram analisadas através de uma busca dos verbos na FN, verificando os diferentes *frames* aos quais os verbos elencados estavam relacionados.

Seguindo a estrutura ontológica proposta, buscamos uma maneira de inserir a definição de cada item lexical no editor Protégé 4.1. Também apresentamos soluções para a inserção das relações de hiponímia, meronímia e sinonímia na nossa ontologia, sendo tais aspectos fundamentais para a estruturação da mesma. Porém, neste artigo, temos o intuito de destacar a significativa contribuição dos *frames* para a descrição dos relacionamentos sintagmáticos em ontologias, e, por esta razão, apresentamos esta modelagem com maiores detalhes.

Para realizar a modelagem dos relacionamentos entre *frames*, partimos do pressuposto de que os *frames* são evocados pelos verbos e que relacionam um agente a um objeto através das ações, identificamos três componentes: atores (usuários), verbos (eventos) e objetos (recursos). Em relação aos verbos, sabemos que o ambiente Moodle determina papéis específicos (permissões) para cada usuário. Em nossa análise, detectamos três tipos de permissões:

(a) acesso aos conteúdos inseridos no ambiente – *leitura*. Por exemplo: o **Visitante** pode ler o conteúdo do **Fórum** ou o **Aluno** pode ler as mensagens colocadas no **Chat**;

(b) interação com o conteúdo – *escrita*. Por exemplo: **Aluno** posta mensagem no **Fórum** ou **Professor** escreve comentário no **Diário**;

(c) inserção de conteúdo – *publicação*. Por exemplo: **Professor** cria **Fórum** ou **Professor** elabora **Questionário**.

Identificados os componentes necessários para a inserção dos *frames* na ontologia, passamos a apresentar o modelo que projetamos para implementar as relações sintagmáticas da ontologia no Protégé. A fim de melhor exemplificar, realizamos um recorte e apresentamos de que forma o *frame* **FÓRUM** será evocado pelo verbo **POSTAR**, além de demonstrarmos as classes, relacionamentos e instâncias envolvidas. Vale destacar que outros verbos também evocam o *frame* **FÓRUM**, mas exemplificamos esta relação através do verbo **POSTAR**.

Para representar os atores, implementamos a hierarquia de classes apresentada na figura 2. A hierarquia da classe **Usuário** foi organizada desta forma (dividindo entre **Docente** e **Discente**) em função das diferentes permissões que cada tipo de usuário tem no ambiente.

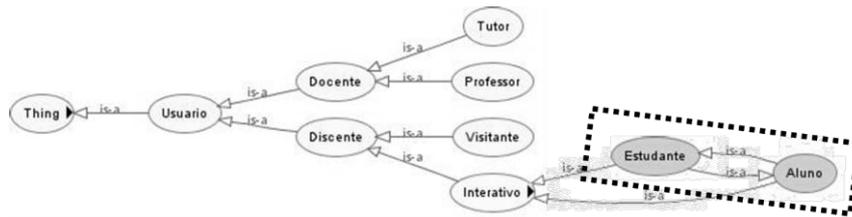


Figura 2: Classe **Usuário**. Fonte: elaborada pela autora

Dessa forma, podemos estabelecer as permissões, isto é, as propriedades restritivas de cada usuário. Para isso, criamos propriedades *leitura*, *escrita* e *publicação*, propriedades estas, que estão relacionadas à classe **Autorização** e atribuídas aos **Usuários**. Definimos que a classe **Usuário** tem *leitura* (propriedade “temAutorização value *leitura*” – figura 3), pela estrutura hierárquica, esta propriedade será herdada por todas as subclasses. Assim, fomos estabelecendo as propriedades restritivas de cada classe, exemplificado na figura 3 pelas restrições definidas para a classe **Professor**.

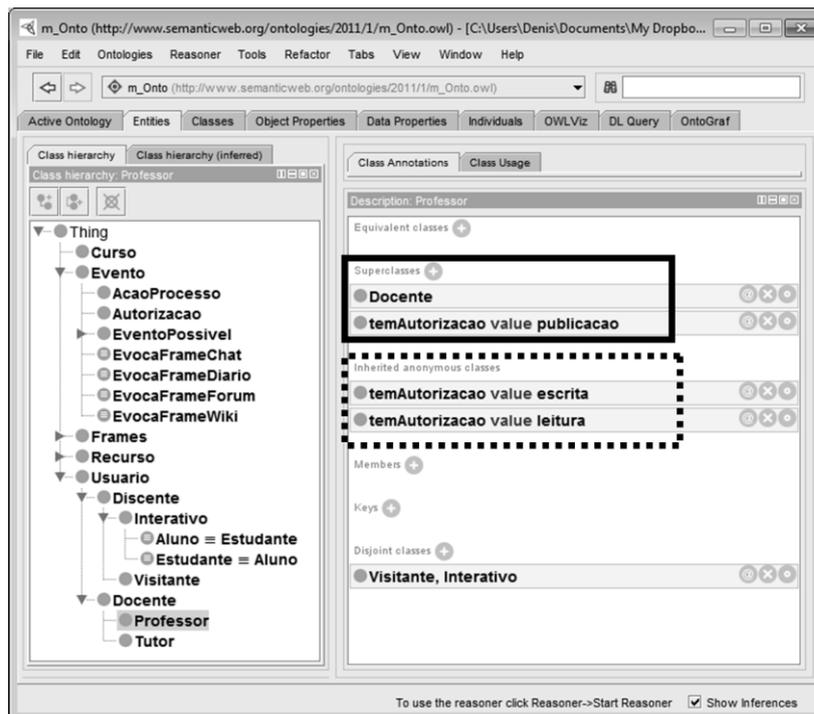


Figura 3: Propriedades restritivas – Classe **Professor**. Fonte: elaborada pela autora.

As restrições de *escrita* e *leitura* (destacadas na figura pela caixa pontilhada) são herdadas da classe **Docente**. E a restrição *publicação* foi associada somente à classe **Professor**, diferenciando-a das demais e permitindo que as relações entre os verbos e os *frames* possam ser formalizadas.

Optamos por representar os verbos através de membros (*members*), pois estes não têm características de classes, ou seja, não conterão indivíduos (instâncias); eles próprios são os indivíduos da classe **AçãoProcesso**.

A atividade seguinte foi relacionar estes verbos (criados como membros) com a classe **Recursos**, pois definimos que para haver a interação é necessário que um ator relacione-se com um objeto. Para isso criamos novas classes que serviram para modelarmos estes relacionamentos. Escolhemos a representação do *frame* **FÓRUM** para exemplificar as soluções encontradas para que os verbos evoquem os *frames*.

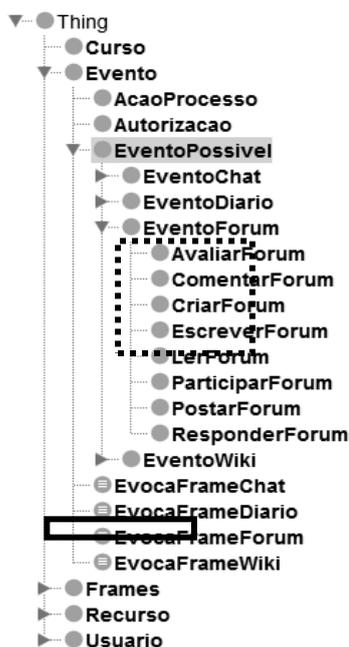


Figura 4: Hierarquia de classes – modelagem dos *frames*. Fonte: elaborada pela autora.

Na figura 4, mostramos a hierarquia das novas classes que foram definidas para a modelagem dos *frames* na ontologia, destacando as relacionadas ao *frame* que exemplificamos – **FÓRUM**.

Partimos do pressuposto de que os *frames* são evocados por verbos para criar a classe **EventosPossíveis**, que vai conter todas as ações possíveis de serem executadas no ambiente Moodle (figura 4). Os eventos⁸ a serem modelados estão relacionados às subclasses **EventoChat**, **EventoDiario**, **EventoForum** e **EventoWiki**, que contêm os eventos relativos a cada uma destas ferramentas, como pode ser visualizado no detalhamento de **EventoForum**.

⁸Organizamos os eventos desta forma (em grupos por ferramentas) apenas por uma questão de organização das informações, pois esta separação não é necessária e nem interfere na modelagem.

Na classe **PostarForum** descrevemos que ela tem que ter um ator pertencente à classe **Usuário**, e que tem que ter um objeto pertencente à classe **Forum** e que deve estar relacionada a uma ação de postar; e que este usuário deve ter autorização de escrita. A forma como estas regras foram introduzidas no Protégé pode ser visualizada na figura 5.

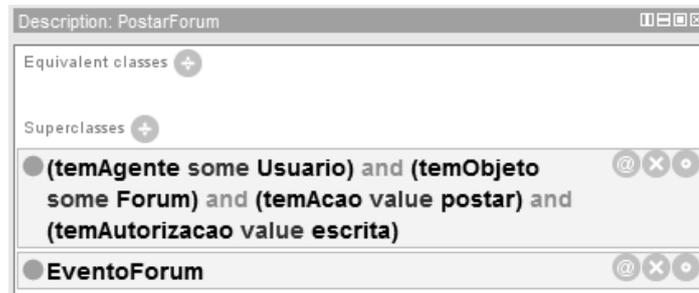


Figura 5: Descrição da classe **PostarForum**. Fonte: elaborada pela autora.

A regra *temObjeto some Fórum*, que será inserida em todos os **EventosPossíveis**, é que permitirá a ligação entre os verbos e os *frames*.

Criamos as classes definidas⁹ do tipo **EvocaFrame** e todas elas têm a propriedade *temObjeto*. Isso significa que estas classes buscam a propriedade *temObjeto* nas demais que são filhas de **Evento**, tornando-se equivalentes a todas as classes que se encaixam nas suas próprias propriedades.

Definimos que em **EventoForum** estarão todos os elementos do **Fórum**, isto é, os verbos, os elementos de *frame*¹⁰ e as relações possíveis. Criamos a classe definida **EvocaFrameForum** para definir que sua classe equivalente deverá ser filha de **Evento** e *temObjeto* de **Fórum**.

Através desta estrutura que criamos, o sistema é capaz de inferir quem são os filhos de cada classe, possibilitando a ligação dos verbos aos *frames*.

Os relacionamentos com os demais *frames* foram modelados da mesma forma, de modo que o sistema consegue inferir sobre os verbos que evocam os *frames*, além de estabelecer, através dos **Eventos**, os relacionamentos existentes entre os **Usuarios** e os **Recursos**.

⁹ As *classes definidas* são aquelas que têm pelo menos um conjunto de *condições necessárias e suficientes*, isto é, elas têm uma definição (condição) e qualquer indivíduo que satisfaça esta definição pertence à classe. As *classes primitivas* são aquelas que possuem apenas condições necessárias.

¹⁰ Vale destacar que, neste estudo, apresentamos estratégias somente para a relação dos *frames* com o seu verbo evocador e que os aspectos relacionados aos elementos de *frame* são considerados possibilidades de estudos futuros.

Considerações finais

Nossa análise linguística dos conceitos e relacionamentos pertencentes ao domínio do ambiente Moodle nos levou a criar diferentes estratégias de modelagem para a estrutura ontológica no editor de ontologias Protégé. Ao estabelecermos critérios para incluir as relações paradigmáticas, criamos uma ontologia de base taxonômica e, ao estabelecermos os *frames* e as relações entre eles, criamos uma ontologia baseada em *frames*. A união destas duas resultou na M_ONTO, nome com o qual batizamos a ontologia do Ambiente Moodle, sendo que a abordagem baseada em *frames* mostrou-se muito eficaz para o estabelecimento das relações existentes entre os atores, os verbos e os objetos (recursos).

No nosso estudo, as relações sintagmáticas tiveram uma grande influência na maneira como a ontologia foi construída e caracterizaram-se como uma forma diferenciada de estabelecer os relacionamentos entre as classes.

Um dos aspectos de grande destaque em nossa análise foi a descrição semântica baseada em *frames*, recurso este que propiciou a ampliação da descrição de relacionamentos na M_ONTO. Como pudemos comprovar, os verbos nos levam a diferentes *frames* que auxiliam na descrição das cenas de educação e, através dos *frames* que propusemos – *EAD-TEACHING*, *CHAT*, *FÓRUM*, *DIÁRIO* e *WIKI* –, ampliamos o escopo da ontologia, tornando-a muito mais completa e consistente. Concluímos nossa análise, apresentando uma forma de relacionar os *frames* à taxonomia através dos verbos evocadores de *frame*, demonstrando que é possível incluir este tipo de estrutura em ontologias. Diante disso, podemos destacar o valor dos *frames* não apenas como importantes elementos para modelar a M_ONTO, mas para outras ontologias de diferentes domínios.

O fato de levarmos em conta a Semântica Lexical (CRUSE, 1986, 2000) e a Semântica de Frames (FILLMORE, 1982) nos levou a fragmentar a M_ONTO em duas ontologias menores, sendo uma totalmente taxonômica (o mais natural quando se fala em ontologias) e a outra capaz de cobrir uma gama de relações que levam a novos conceitos, promovendo a criação de uma grande rede de relacionamentos. Ambas, interligadas através dos verbos (evocadores de *frames*), constituem a M_ONTO.

A modelagem apresentada neste artigo diz respeito a forma como os verbos evocam os *frames* e não contempla os elementos que compõem cada *frame*, fato este que permite uma maior abrangência dos relacionamentos.

Concluímos acrescentando que uma das contribuições da pesquisa é apresentar a Semântica de Frames como uma abordagem válida para a criação de ontologias e, diante

disso, visualizamos a possibilidade de dar continuidade a esse estudo de como incluir os *frames* na modelagem de ontologias, buscando ampliar os estudos realizados até então. Esta perspectiva nos remete à possibilidade de ampliação da M_ONTO incluindo novos *frames* e maior detalhamento destas estruturas.

Encerramos este artigo confirmando nosso pressuposto de que os *frames* podem ser representados e formalizados através da linguagem OWL e tornarem-se importantes elementos para a representação dos relacionamentos em ontologias.

Referências bibliográficas

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*. v. 26, n. 1. p. 39-45, 2003a.

ALVES, I. M. da R. *O uso da semântica verbal em sistemas de extração de informação: a construção de uma ontologia do domínio jurídico*. Dissertação de mestrado. São Leopoldo: UNISINOS, 2005.

ANSI Z39-19-2005. *Guidelines for the construction, format, and management of monolingual controlled vocabularies*. Bethesda: NISO Press, 2005.

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. 2001. Disponível em: <<http://www.cs.nyu.edu/rgrimm/teaching/reading/semantic-web.pdf>> Acesso em: dez 2009.

BORST, W. N. *Construction of engineering ontologies*. 1997. 243 f. Tese (Doutorado). – University of Twente, Enschede, 1997. Disponível em: <<http://doc.utwente.nl/fid/1392>> Acesso em: jun 2009.

CRUSE, D. A. *Lexical Semantics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

_____. *Meaning in Language: an Introduction to Semantics and Pragmatics*. New York: Oxford University Press, 2000.

EVENS, M. W. *Relational Models of the Lexicon*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

FELLBAUM, C. A Semantic Network of English Verbs. In: Fellbaum, Christiane. *WordNet: An Electronic Lexical Database*. Cambridge: MIT Press, 1998.

FILLMORE, C. Em Favor do Caso. In: LOBATO, L. *A Semântica na Linguística Moderna: o Léxico*. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1977.

_____. “Frame Semantics”. The Linguistic Society of Korea. *Linguistic in the Morning Calm*, Seoul, Hansinh Publishing Co, 1982.

FILLMORE C. et al. *FrameNet: Theory and Practice*. Universidade da Califórnia of California de Berkeley: Instituto Internacional de Ciências da Computação. Disponível em: <<http://www.icsi.berkeley.edu/~framenet/book/book.html>> 2003. Acesso ao longo do período de construção da dissertação.

FILLMORE C.J.; BERYL T. e ATKINS. Toward a *Frame*-Based Lexicon: Semantics of Risk e its Neighbors. In Adrienne Lehrer and Eva Efer Kittay (eds). *Frames, Fields, and Contrasts: New Essays in Semantic and Lexical Organization*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum. pp. 75-102, 1992.

GOMES, H. E.; CAMPOS, M. L. de A.; SALES, L.. Ontologias de domínio: um estudo das relações conceituais. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 13, n. 2, p. 62 – 76, maio/agosto 2008.

GREEN, R. Relationships in the organization of knowledge: an overview. In: Bean, A.; Green, R (Eds.) *Relationships in the organization of knowledge*. Dordrecht: Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. p. 3-18

GUARINO, N. Formal Ontology, Conceptual Analysis and Knowledge Representation. *International Journal of Human Computer Studies*, special issue on formal Ontology, conceptual analysis and knowledge representation. 1995.

MINSKY, M. A. *A Framework for Representing Knowledge*. Artificial Intelligence Memo 306, MIT AI Lab, 1974

MÜLLER, C. “*M_ONTO: Proposta de Modelagem Semântica para uma ontologia do domínio EAD*”. Dissertação de Mestrado. São Leopoldo. UNISINOS. 2011.