

UMA INICIATIVA INTERINSTITUCIONAL PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIA SOBRE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO: VISÃO GERAL DO PROJETO P.O.I.S.

AN INTERINSTITUTIONAL INICIATIVE TO BUILD AN INFORMATION SCIENCE ONTOLOGY: AN OVERVIEW OF P.O.I.S. PROJECT

Mauricio Barcellos Almeida, Mestre
Professor da PUC Minas
mba@pucminas.br

Maria Aparecida Moura, Doutora
Professora adjunta da ECI-UFMG
mamoura@eci.ufmg.br

Ana Maria Pereira Cardoso, Doutora
Professora do curso de Ciência da Informação da PUC Minas
anacard@pucminas.br

Beatriz Valadares Cendon, Doutora
Professora do Departamento de Organização e Uso da Informação ECI-UFMG
condon@eci.ufmg.br

RESUMO

A utilização de uma terminologia consistente é um importante passo para a consolidação e desenvolvimento de um campo científico. Além disso, uma área de pesquisa em evolução como a Ciência da Informação, pode se beneficiar de uma conceitualização consensualmente aceita pela comunidade científica. Na tentativa de colaborar nesse processo de consolidação, e, além disso, buscando preencher lacuna representada pela ausência de vocabulários para a área no Brasil, pesquisadores e alunos de duas instituições de ensino e pesquisa em Ciência da Informação de Minas Gerais, a Escola de Ciência da Informação da UFMG e o Instituto de Informática da PUC Minas, desenvolvem o projeto *POIS (Portuguese Ontology in Information Science)*. O objetivo do presente artigo é proporcionar uma visão geral sobre o projeto e posicionar a comunidade acadêmica quanto à sua execução, além de apresentar informações sobre os recursos utilizados, sobre as experiências em sua execução e sobre a pesquisa referente a ontologias efetuada em seu escopo.

PALAVRAS-CHAVE: Ontologia. Ciência da informação. Terminologia.

1 INTRODUÇÃO

Na tarefa de organizar informações com vistas à recuperação, os pesquisadores da área de Ciência da Computação voltam sua atenção para a obtenção de axiomas precisos, necessários ao processamento computacional. Na Ciência da Informação a ênfase recai sobre as pessoas, as quais têm a responsabilidade central de processar o conhecimento. Assim, uma das preocupações de pesquisadores de Ciência da Informação é a padronização da terminologia utilizada para organizar e recuperar a informação.

Dentre as estruturas utilizadas para organização de conceitos, as ontologias tem sido amplamente citadas na literatura nos últimos anos. Por essa razão acredita-se que seu uso seja uma alternativa para caracterizar e relacionar entidades em um domínio, representando o conhecimento nele contido.

Definir ontologias é classificar em categorias aquilo que existe em um mesmo domínio do conhecimento. Uma ontologia é uma estrutura de organização do conhecimento que apresenta algumas inovações em relação ao tesauro tradicional, dentre elas, algumas funcionalidades que permitem inferências automáticas, que podem ser úteis para a manutenção da estrutura em um domínio complexo. Além disso, podem suportar declarações axiomáticas e portanto facilitar a recuperação automática da informação. Dessa forma, optou-se por uma ontologia para organizar a conceitualização proposta para área de Ciência da Informação, objetivo do projeto POIS (*Portuguese Ontology in Information Science*).

Fruto da união de pesquisadores de duas instituições de ensino e pesquisa de Ciência da Informação de Minas Gerais, a Escola de Ciência da Informação da UFMG (ECI-UFMG) e o curso de Ciência da Informação (CI-PUCMINAS), lotado no Instituto de Informática da PUCMINAS, o projeto *POIS* pretende construir uma ontologia para Ciência da Informação, em português, para uso da comunidade acadêmica e para divulgação da área de pesquisa.

Este artigo está organizado conforme segue: a seção 2 apresenta uma prévia da revisão de literatura sobre ontologias executada no escopo do projeto, a qual enfatiza definições, características, tipos, utilizações, ferramentas e metodologias; a seção 3 descreve os instrumentos (roteiro para protótipo, metodologias e ferramentas) para a construção da ontologia, selecionados a partir da revisão de literatura, bem como experiências na execução do projeto; e, finalmente, a seção 4 apresenta considerações finais e trabalhos futuros.

2 ONTOLOGIAS

2.1 Definições e conceitos básicos

O termo “ontologia” é proveniente do grego “*ontos*” (ser) e “*logos*” (palavra). Suas origens remontam à palavra “*categoria*”, utilizada por Aristóteles como base para classificar uma entidade. Aristóteles introduz ainda o termo “*differentia*” para propriedades que distinguem diferentes espécies do mesmo gênero. A técnica de herança é o processo de mesclar *differentias* definindo categorias por gênero.

Em seu sentido filosófico, trata-se de um termo introduzido com o objetivo de distinguir o

estudo do ser como tal. O dicionário *Oxford* de Filosofia define ontologia como “[...] o termo derivado da palavra grega que significa ‘ser’, mas usado desde o século XVII para denominar o ramo da metafísica que diz respeito àquilo que existe” (BLACKBURN; MARCONDES, 1997).

Atualmente o termo ontologia tem sido utilizado em Ciência da Computação e em Ciência da Informação com um sentido diferente daquele tradicional adotado na filosofia. São diversas as definições apresentadas na literatura. Algumas delas são apresentadas em seguida com o objetivo de esclarecer o novo uso do termo.

Para (SOWA, 1999), ontologia é um “catálogo de tipos de coisas”, que se supõem existir um domínio, na perspectiva de uma pessoa que usa uma determinada linguagem. Trata-se de “uma teoria que diz respeito a tipos de entidades e, especificamente, a tipos de entidades abstratas que são aceitas em um sistema que utiliza uma linguagem” (MERRIAM-WEBSTER; GOVE, 2002¹ apud CORAZZON, 2002, p. 1). Uma definição mais completa é apresentada por (GRUBER 1996, ² apud CORAZZON, 2002, p. 1):

Uma ontologia é uma especificação explícita de uma conceitualização. [...] Em tal ontologia, definições associam nomes de entidades no universo do discurso (por ex. classes, relações, funções, etc) com textos que descrevem o que os nomes significam e os axiomas formais que restringem a interpretação e o uso desses termos [...].

O termo *conceitualização* corresponde a uma coleção de objetos, conceitos e outras entidades que se assume existir em um domínio e os relacionamentos entre eles. Uma conceitualização é uma visão abstrata e simplificada do mundo que se deseja representar. A definição proposta por Gruber é discutida em GUARINO E GIARETTA (1995³, apud CORAZZON, 2002, p. 1):

[...]um ponto inicial nesse esforço de tornar claro o termo, será uma análise da interpretação adotada por Gruber. O principal problema com tal interpretação é que ela é baseada na noção conceitualização, a qual não corresponde a nossa intuição. [...] Uma conceitualização é um grupo de relações extensionais descrevendo um ‘estado das coisas’ particular, enquanto a noção que temos em mente é uma relação intensional, nomeando algo como uma rede conceitual a qual se superpõe a vários possíveis ‘estados das coisas’.

Uma definição *intensional* consiste de uma lista de características do conceito. Uma definição *extensional* é uma enumeração de aspectos de todas as espécies que são do mesmo nível de abstração. (GUARINO, 1998) revê a definição de conceitualização fazendo uso do aspecto intensional, para obter uma interpretação mais satisfatória:

¹MERRIAM-WEBSTER; GOVE, P. B. Webster's Third New International Dictionary. Unabridged. New York: Merriam-Webster, 2002. 2.783 p.

²GRUBER, T. (1996). What is an Ontology? Disponível em: <<http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>>. Acesso em: 14 set. 2002.

³GUARINO, N.; GIARETTA, P. (1995). Ontologies and KBs, towards a terminological clarification. Disponível em: <<http://www.ladseb.pd.cnr.it/infor/Ontology/Papers/KBKS95.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2002.

[...] ontologia se refere a um artefato constituído por um vocabulário usado para descrever uma certa realidade, mais um conjunto de fatos explícitos e aceitos que dizem respeito ao sentido pretendido para as palavras do vocabulário. Este conjunto de fatos tem a forma da teoria da lógica de primeira ordem, onde as palavras do vocabulário aparecem como predicados unários ou binários.

O vocabulário formado por predicados lógicos forma a rede conceitual que confere o caráter intensional às ontologias. A ontologia define as regras que regulam a combinação entre os termos e as relações. As relações entre os termos são criadas por especialistas e os usuários formulam consultas usando os conceitos especificados. Uma ontologia define assim uma “linguagem” (conjunto de termos) que será utilizada para formular consultas.

BORST (1997, p. 12) apresenta uma definição simples e completa, que abrange as principais características da ontologia: “uma ontologia é uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada”. Nessa definição, “formal” significa legível para computadores; “especificação explícita” diz respeito a conceitos, propriedades, relações, funções, restrições, axiomas, explicitamente definidos; “compartilhado” quer dizer conhecimento consensual; e, “conceitualização” diz respeito a um modelo abstrato de algum fenômeno do mundo real.

Outras discussões sobre o assunto podem ser encontradas em (GUARINO; GIARETTA, 1995), que apresentam diferentes sentidos para o termo em relação ao nível de abstração adotado; outras definições para o termo são encontradas em (ALBERTAZZI, 1996), (NECHES et al., 1991), (WACHE et al., 2001), (USCHOLD; GRUNINGER, 1996) e (CHANDRASEKARAN; JOHNSON; BENJAMINS, 1999); uma discussão detalhada, considerações e críticas são encontradas em (GUARINO, 1996) e (GUARINO, 1998); uma caracterização da ontologia como uma “teoria de classificação” pode ser encontrada em (OZKURAL, 2001).

2.2 Características, tipos e utilizações de ontologias.

As ontologias não apresentam sempre a mesma estrutura, mas possuem características e componentes comuns bem definidos. Os componentes básicos de uma ontologia são: classes (entidades organizadas taxonomicamente), relações (o tipo de interação entre os conceitos de um domínio), axiomas (usados para modelar sentenças sempre verdadeiras) e instâncias (utilizadas para representar elementos específicos, ou seja, os próprios dados) (GRUBER, 1996, NOY; GUINNESS, 2001).

Algumas propostas definem tipos de ontologias relacionando-as à sua função, ao grau de formalismo de seu vocabulário, à sua aplicação e à estrutura e conteúdo da conceitualização. A Tabela 1, apresentada no Anexo, apresenta uma possível tipologia, as respectivas referências e sintetiza cada abordagem. Cabe citar que diferentes autores definem tipos distintos que são similares.

Ontologias são utilizadas atualmente utilizada numa ampla gama de projetos em diversas áreas de pesquisa. Exemplos são projetos de gestão do conhecimento, de comércio eletrônico, de processamento de linguagens naturais, de recuperação da informação na *Web*, de cunho educacional, dentre outros. A tabela 2 do Anexo apresenta referências a projetos que utilizam ontologias e uma descrição sintética de cada um.

2.3 Construção de ontologias: metodologias, ferramentas e avaliação.

Diversas metodologias têm sido desenvolvidas no intuito de sistematizar a construção e a manipulação de ontologias (LÓPEZ, 1999). Existem metodologias para a construção de ontologias, para construção de ontologias em grupo, para aprendizado sobre a estrutura de ontologias e para a integração de ontologias. Baseada nos estudos de (CORCHO; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; GOMEZ-PÉREZ, 2001), a tabela 3 do Anexo apresenta várias metodologias para construção de ontologias, referências e comentários.

As metodologias apresentadas possuem abordagens e características diversas. Não parece provável a unificação das propostas em uma única metodologia. Para verificar a utilidade das metodologias e compará-las, é necessário avaliar a ontologia resultante da aplicação de cada metodologia.

Além de metodologias, existem ferramentas utilizadas para a construção de uma ontologia. Por ser tratar de uma tarefa dispendiosa, qualquer apoio na construção de ontologias pode representar ganhos significativos. Exemplos de ferramentas para a construção de ontologias são apresentadas na Tabela 4 do Anexo. As ferramentas utilizam linguagens de representação para a construir ontologias. (WACHE et al., 2001) apresentam um comparativo entre as linguagens sobre diversos aspectos (operadores, axiomas, declarações, etc).

Propostas para a avaliação de ontologias são encontradas na literatura, mas parecem existir poucas metodologias formais. A construção de ontologias é ainda mais artesanal do que científica (JONES; BENCH-CAPON; VISSER, 1998) e não existem propostas unificadas, sendo que grupos diferentes utilizam diferentes abordagens (FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al., 1999). Essa diversidade pode ser um fator que dificulta a formulação de metodologias de avaliação formais. As metodologias de avaliação mais referenciadas são as propostas de (WELTY; GUARINO, 2000) e (GÓMEZ-PÉREZ, 2001).

3 O PROJETO POIS

O projeto se encontra na fase que se convencionou chamar de “pré-operacional”, realizada com recursos próprios das duas instituições envolvidas. O objetivo dessa fase é construir um protótipo que será agregado ao projeto formal para apresentação a órgão de fomento. A formalização do projeto, que tem sido realizada ao longo da fase pré-operacional, contempla os seguintes itens: caracterização do problema, justificativa, objetivos e metas, metodologia e estratégia de ação, resultados e impactos esperados (dos pontos de vista tecnológico e informacional, social e cultural), riscos e dificuldades, seções complementares e anexos.

Na fase pré-operacional, as atividades foram divididas de forma que pudessem ser executadas pelos membros das instituições participantes. Ao longo de 2004, essas atividades foram executadas com o objetivo de, além de montar o protótipo, preparar as instituições e os recursos humanos envolvidos para os desdobramentos do projeto.

Tomando como base a revisão de literatura executada no projeto, o restante dessa sessão apresenta o roteiro utilizado para a construção do protótipo, bem como relatos da experiência em que são feitas considerações sobre a concepção da terminologia e sobre as ferramentas / metodologias selecionadas para o projeto.

3.1 Roteiro para a construção do protótipo

Existem na literatura propostas de metodologias para a construção de ontologias com abordagens e características diversas, as quais muitas vezes foram desenvolvidas com diferentes objetivos e para aplicações distintas. Para selecionar a metodologia mais adequada, seria necessário avaliar ontologias resultantes da aplicação de cada metodologia, uma tarefa que demandaria tempo. Outra opção seria pesquisar sobre a maturidade das principais metodologias. No protótipo, optou-se por adotar o roteiro baseado nos estudos de (NOY; GUINNES, 2001), cujas etapas são apresentadas em seguida.

3.1.1 Determinação do domínio e escopo da ontologia

Um dos objetivos de uma ontologia é obter uma conceitualização consensual de um domínio do conhecimento, de forma a incrementar a recuperação da informação. Nesse sentido, é necessário definir o que se pretende com a ontologia que será construída, ou seja, que tipo de respostas a estrutura deve ser capaz de fornecer ao usuário.

Vários autores têm apresentado estudos para categorizar as ontologias de acordo com seus objetivos (conforme apresentado na tabela 1 do Anexo). Uma ontologia bibliográfica por exemplo, tem com objetivo relacionar os tipos de dados que podem representar partes de uma referência bibliográfica. Tal ontologia é usada para organizar os conceitos e deve informar sobre as relações existentes entre referências bibliográficas, por exemplo: quais os trabalhos de um autor estão nas fontes consultadas? Qual a relação de um trabalho com outros artigos presentes em outras bases? Quantos artigos autores publicaram nos últimos cinco anos? Quantas são as citações referentes ao autor? Quantas citações teve um artigo nos últimos X anos? Em que local em que se produz mais publicações? (ALMEIDA, 2002).

A ontologia que se pretende criar no projeto POIS pode ser classificada como uma ontologia de domínio, pois seu objetivo está relacionado ao fornecimento de um vocabulário de conceitos desse domínio, sobre seus relacionamentos, sobre as atividades e sobre princípios que os governam (JASPER; USCHOLD, 1999).

Após determinar o escopo da ontologia e delinear os objetivos sobre o que se pretende desenvolver, a próxima etapa consistiu na consulta sobre a existência de ontologias e outras estruturas desenvolvidas no domínio de interesse.

3.1.2 Pesquisa sobre ontologias e outras estruturas existentes no domínio

Executou-se uma pesquisa em bibliotecas de ontologias disponíveis na Internet⁴, além de tesaurus sobre Ciência da Informação como o Tesouro de Ciência da Informação do IBICT-Instituto Brasileiro de Ciência e Tecnologia⁵, o *Thesauri ASIS-Association of Information Science*, o Tesouro de Biblioteconomia e Documentação, as facetas especializadas do Tesouro da Unesco, do *Eurovoc* e do *Canadian Thesauri*.

Na seqüência, criou-se uma lista abrangente de termos relacionados ao assunto, relações entre os conceitos ou outras propriedades. Buscou-se nesse momento obter uma “grande lista” composta de possíveis termos da nova ontologia, obtidos nas diversas fontes citadas. A lista foi ordenada alfabeticamente e, já se tentou determinar, mesmo que em caráter provisório, a função do termo escolhido para a lista (por exemplo, o termo é uma classe, uma subclasse ou uma relação?). Essa lista ordenada e a classificação preliminar de termos, seriam a base para derivar os conceitos, relações e a própria hierarquia da ontologia.

⁴ DAML (banco com cerca de 200 ontologias, em DAML+OIL), *Ontolingua Server* (50 ontologias em *Ontolingua*), *Universal Repository* (50 ontologias para educadores e escolas, classificadas por áreas de conhecimento).

⁵ Material impresso cedido pelo professor Hélio Kuramoto (kuramoto@ibict.br) do IBICT.

3.1.3 Definição das classes, hierarquia e propriedades.

Utilizando-se a lista confeccionada (seção 3.1.2) procurou-se verificar aqueles termos que descrevem objetos e têm existência independente uns dos outros. Estes termos são candidatos a se tornar classes da ontologia, as quais são as principais referências na hierarquia.

Em seguida, organizaram-se as classes em uma taxonomia fazendo a seguinte pergunta: sendo instância de uma classe, a entidade será necessariamente uma instância para outras classes? Segundo (NOY; GUINNESS, 2001, p. 6), “se a classe A é uma superclasse da classe B, então cada instância de B é também uma instância de A”.

Termos da lista também foram ser descartados, quando necessário. Nem sempre apenas as classes possibilitam respostas às perguntas que a ontologia deve responder, conforme definido em seu escopo. Termos da lista que não são utilizados na definição das classes, podem ser propriedades dessas classes e chamados de propriedades, relações ou *slots*.

A partir dessa última versão mais refinada, novas classes foram obtidas pelo agrupamento semântico dos termos existentes. Todas as subclasses de uma classe herdam a relações daquela classe. O processo de definir novas classes e obter relações é iterativo e pode se repetir muitas vezes, até mesmo após a obtenção de um modelo aceitável da ontologia. Após montar uma lista preliminar e trabalhar sobre ela, o próximo passo teve como objetivo definir propriedades, possíveis restrições sobre elas e determinar instâncias.

3.1.4 Definição de restrições sobre as relações e determinação de instâncias

As relações tem características chamadas restrições ou *facets*, que descrevem características limitantes para as classes. Algumas restrições possíveis são: cardinalidade da relação, o tipo de valor da relação (*slot-value type*), a faixa de valores possíveis para relação (*range*) e as relações definidas para uma classe (*domain*). A cardinalidade de uma relação define quantos valores ela pode ter, por exemplo, um aluno pode retirar cinco livros na biblioteca. O tipo de valor descreve que tipos de valores podem ser utilizados na relação, sendo os mais comuns os *strings*, números, booleanos, etc. Além disso o tipo de valor pode definir relacionamento entre indivíduos e, nesse caso é conhecido como *tipo-instância*. As classes permitidas para relações do tipo instância determinam a faixa de valores. As classes às quais uma relação está ligada, ou seja, as classes que são descritas para uma relação, determinam o domínio.

Após a definição das restrições, a última atividade estava relacionada a criação de instâncias individuais na hierarquia. Para definir uma instância é preciso escolher uma classe, criar uma instância individual daquela classe e preencher os valores das relações e possíveis restrições.

Executadas as etapas previstas, a terminologia selecionada foi implementada em uma ferramenta para construção de ontologias. Relatos sobre a construção do protótipo e considerações sobre a construção futura da ontologia (projeto formal) são apresentados na próxima seção.

3.2 Relato da experiência no desenvolvimento dos trabalhos

Os trabalhos foram desenvolvidos pelos grupos de pesquisa a partir das etapas descritas na seção 3.1. As ações desenvolvidas pela ECI-UFMG ocorreram no âmbito da Disciplina “Elaboração de linguagens de Indexação I” (graduação).

Inicialmente, foram analisados os fundamentos teóricos para o desenvolvimento das linguagens de indexação, destacando-se, sobretudo, as interfaces entre a Ciência da Informação e demais áreas de conhecimento que têm a linguagem como objeto de estudo. Numa segunda etapa foram identificadas e analisadas as linguagens de indexação relativas à Ciência da Informação de caráter nacional e internacional. Para tanto, foram analisados o *Thesauri ASIS*, o tesouro de Biblioteconomia e Documentação e o tesouro de Ciência da Informação do IBICT. Em seguida, sistematizaram-se algumas facetas das linguagens de indexação voltadas a outros campos de conhecimento, mas que possuíam termos adotados de forma significativa na Ciência da Informação.

Com resultado foi construído um *corpus* terminológico representativo da área. Além disso, foram realizadas traduções e descrições dos termos bem como a análise das equivalências semânticas do *corpus*. Tomando por base o desenvolvimento da Ciência da Informação no Brasil, a equipe de pesquisa realizou uma análise crítica do facetamento proposto nesse instrumento e procedeu a adequações e novas incorporações de termos.

Ao grupo da CI-PUCMINAS coube estudar as possibilidades técnicas e de suporte para o desenvolvimento da ontologia. Um primeiro grupo estudou as ferramentas para construção de ontologias e foram escolhidas para teste, dentre as varias existentes, as mais referenciadas na literatura: *OildEd*, *OntoEdit* e *Protegé-2000*. Uma descrição das ferramentas, bem como referências, são apresentadas na tabela 4 do Anexo.

As três ferramentas foram instaladas para estudos sobre suas funcionalidades e possibilidades. Realizou-se por exemplo, uma comparação entre os códigos obtidos (RDFS-*Resource Description Framework Schema*) pelas três ferramentas para verificar se o código gerado por uma ferramenta poderia ser exportado para outra sem prejuízo da informação armazenada. Verificaram-se alguns problemas de interoperabilidade em relação às estruturas obtidas.

A ferramenta *OntoEdit* foi descartada por se tratar de uma ferramenta comercial, que não poderia ser instalada indefinidamente na versão demo para pesquisa. Entre a ferramenta *Protegé*, que apresenta mais recursos, e a *OilEd*, uma ferramenta mais simples, optou-se pela *OilEd* em função da possibilidade de uso do mecanismo de inferência de fácil acesso (*FACT*). Essa ferramenta foi utilizada na construção do protótipo e pretende-se utilizá-la no projeto formal.

Um segundo grupo estudou metodologias disponíveis para a construção de ontologias. Dentre a variedade, escolheu-se para o projeto formal a *Methontology* por ser de fácil entendimento e por se tratar da metodologia mais madura em relação ao *IEEE Standard 1074-1995* (LÓPEZ, 1999). Uma breve descrição das metodologias é apresentada na tabela 3 do Anexo.

Finalmente, um terceiro grupo, trabalhando sobre o tesauro do IBICT para Ciência da Informação, inseriu os conceitos e as relações do tesauro em um formato de ontologia utilizando o *OILED*. O trabalho resultou em uma ontologia experimental de aproximadamente mil classes (figura 1 do Anexo). As relações utilizadas se limitaram àquelas possíveis em um tesauro. Essa tarefa possibilitou aos alunos treinamento no uso da ferramenta e será a base para a ontologia prevista para o projeto formal.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho apresentou uma visão geral do projeto POIS, descrevendo atividades realizadas pelos alunos e pesquisadores das instituições envolvidas, além de apresentar a revisão de literatura sobre ontologias, os recursos utilizados e uma visão geral do andamento do projeto. Considerações teóricas foram apresentadas de forma a melhor contextualizar as atividades.

Acredita-se se tratar de uma importante iniciativa de pesquisa, visto que a utilização de uma terminologia consistente é um importante passo para a consolidação e desenvolvimento de um campo científico. Um campo ainda em evolução como a Ciência da Informação, pode se beneficiar de uma conceitualização consensualmente aceita pela comunidade científica. Espera-se que esse trabalho seja um incentivo à novas propostas, que vão atender a demanda crescente por organização e recuperação da informação no domínio da Ciência da Informação.

Dentre algumas atividades planejadas que farão parte de trabalhos futuros, cabe destacar: treinamento para os alunos participantes, na forma de um curso de extensão, com o objetivo discutir os aspectos conceituais e técnicos que envolvem a produção e o uso de linguagens de indexação e de ontologias no campo da Ciência da Informação; a identificação das principais terminologias utilizadas nos periódicos científicos de Ciência da Informação no Brasil, de modo que seja possível a ampliação da garantia literária e de uso da terminologia estruturada no instrumento; pesquisa e publicação de artigo científico sobre o uso de ontologias e tesauros, enfatizando diferenças entre as duas estruturas e suas respectivas aplicações (artigo submetido a periódico em fins de 2004, com o título *Tesauros e Ontologias: limitações e soluções no âmbito da recuperação da Informação*).

REFERÊNCIAS

- ALBERTAZZI, L. **Formal and material ontology**. 1996. Disponível em: <<http://www.mittleeuropafoundation.it/LA/Papers/Formal%20Material%20Ont.rtf>>. Acesso em: 21 fev. 2002.
- ALMEIDA, Maurício. **Interoperabilidade entre fontes de dados heterogêneas: um meta-modelo baseado em ontologias**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) -Escola de Ciência da Informação da UFMG, Belo Horizonte, 2002.
- BLACKBURN, S. **Dicionário Oxford de Filosofia**. Rio de Janeiro; Jorge Zahar, 1997.
- BORST, W.N. **Construction of Engineering Ontologies**. Phd Thesis. 1997. Disponível em: <<http://www.ub.utwente.nl/webdocs/inf/1/t0000004.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2002.
- CHANDRASEKARAN, B.; JOSEPPHSON, J. R.; BENJAMINS, V. R. What are ontologies, and why do we need them? **IEEE Intelligent Systems**, v. 14, n. 1, p. 20-26, 1999.
- CORAZZON, R. **What is ontology?** 2002. Disponível em: <http://www.formalontology.it/section_4.htm>. Acesso em: 20 jul. 2002.
- CORCHO, O.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; GOMEZ-PÉREZ, A. **Ontoweb, Technical Roadmap V 1.0**. 2001. Disponível em: <http://babage.dia.fi.upm.es/ontoweb/wp1/OntoRoadMap/documents/D11_v1_0.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2002.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al. Building a Chemical Ontology Using Methontology and the Ontology Design Environment. **Intelligent Systems**, v. 14, n. 1, p. 37-46, January / February 1999.
- Enc. Bibli: R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf., Florianópolis, n.19, 1º sem. 2005.

GÓMEZ-PÉREZ, A. **Evaluation of Taxonomic Knowledge in Ontologies and Knowledge Bases.** 2001. Disponível em: <<http://sern.ucalgary.ca/KSI/KAW/KAW99/papers/Gomez-Perez1/gomez-perez.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2002.

GRUBER, T. **What is an Ontology?** 1996. Disponível em: <<http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>>. Acesso em: 14 set. 2002.

GUARINO, N. **Formal Ontology in information systems.** 1998. Disponível em: <<http://www.ladseb.pd.cnr.it/infor/Ontology/Papers/FOIS98.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2002.

GUARINO, N. **Understanding, building an using ontologies.** 1996. Disponível em: <<http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/KAW96/guarino/guarino.html#Heading4>>. Acesso em: 22 set. 2001.

GUARINO, N.; GIARETTA, P. **Ontologies and KBs, towards a terminological clarification.** 1995. Disponível em: <<http://www.ladseb.pd.cnr.it/infor/Ontology/Papers/KBKS95.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2002.

JASPER, R.; USCHOLD, M. A framework for understanding and classifying ontology applications. In: IJCAI-99, ONTOLOGY WORKSHOP. Stockholm, Sweden july. 1999.

JONES, D.; BENCH-CAPON, T.; VISSER, P. **Methodologies for ontology development.** 1998. Disponível em: <<http://cweb.inria.fr/Resources/ONTOLOGIES/methodo-for-onto-dev.pdf>>. Acesso em: 17 mar. 2002.

LÓPEZ, M. F. **Overview of methodologies for building ontologies.** 1999. Disponível em: <<http://www.ontology.org/main/presentations/madrid/analysis.pdf>>. Acesso em: 31 jan. 2002.

NECHES, R. et al. **Enabling technology for knowledge sharing.** 1991. Disponível em: <<http://www.isi.edu/isd/KRSharing/vision/AIMag-small.html>>. Acesso em: 20 mar. 2002.

NOY, F. N.; GUINNESS, D. L. **Ontology development 101: a guide to create your first ontology.** 2001. Disponível em: <<http://ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness.doc>>. Acesso em: 04 maio 2001.

OZKURAL, E. **Ontology Tools for Repositories on Internet.** 2001. Disponível em: <<http://borg.cs.bilkent.edu.tr/~exa/ontology/>>. Acesso em: 07 set. 2002.

SOWA, J. F. **Building, sharing and merging ontologies.** 1999. Tutorial Disponível em <<http://users.bestweb.net/~sowa/ontology/ontoshar.htm>>. Acesso em: 08 ago. 2002

USCHOLD, M.; GRUNINGER, M. **Ontologies: principles, methods an applications.** 1996. Disponível em: <<http://citeseer.nj.nec.com/uschold96ontologie.html>>. Acesso em: 21 set. 2002.

WACHE, H. et al. **Ontology-based integration of information – a survey of existing approaches.** 2001. Disponível em: <<http://citeseer.nj.nec.com/wache01ontologybased.html>>. Acesso em: 01 maio 2002.

WELTY, C.; GUARINO, N. **Supporting Ontological Analysis of Taxonomic Relationships.** 2000. Disponível em: <<http://citeseer.nj.nec.com/452329.html>>. Acesso em: 02 jul. 2002.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES (TABELAS DO ANEXO)

AGUADO, G. et al. Ontogeneration: Reusing domain and linguistic ontologies for Spanish text generation? Enc. Bibli. R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf., Florianópolis, n.19, 1º sem. 2005.

In: 13th EUROPEAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, ECAI'98. **Papers Accepted to the Workshop on Applications of Ontologies and Problem solving Methods**. Brighton, England, p. 23-28, august 1998.

ALEXAKI, S. et al. Managing RDF Metadata for Community Webs. In: 2nd INTERNATIONAL WORKSHOP ON THE WORLD WIDE WEB AND CONCEPTUAL MODELING. p. 140-151, 2000. Disponível em: <<http://139.91.183.30:9090/RDF/publications/wcm2000.PDF>>. Acesso em: 11 out. 2002.

ARPIREZ, J. C. et al. Web ODE: a Scalable Workbench for Ontological Engineering. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE CAPTURE PROCEEDINGS OF THE INTERNAT. CONFERENCE ON KNOWLEDGE. Victoria, British Columbia, Canada, 2001.

BATEMAN, J. A. **Using text structure and text planning to guide text summarization**. 1996. Disponível em: <<http://www.ik.fhannover.de/ik/projekte/Dagstuhl/Abstract/Abstracts/Bateman/Bateman.html>>. Acesso em: 25 maio 2002.

BEALE, S.; NIRENBURG, S.; MAHESH, K. Semantic Analysis in the Mikrokosmos Machine Translation Project. In: PROCEEDINGS OF THE SECOND SYMPOSIUM ON NATURAL LANGUAGE PROCESSING (SNLP-95), 1995. Disponível em: <<http://crl.nmsu.edu/users/sb/papers/thai/thai.html>>. Acesso em: 6 jul. 2002.

BERNARAS, A.; LARESGOITI, I.; CORERA, J. Building and Reusing Ontologies for Electrical Network Applications. In: PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, ECAI/96, p. 298-302, 1996.

BORGO, S. et al. Using a Large Linguistic Ontology for Internet-Based Retrieval of Object-Oriented Components. In: PROC. OF 9th INT. CONF. ON SOFTWARE ENGINEERING AND KNOWLEDGE ENGINEERING (SEKE 97). Madrid, Spain, 1997.

DOMINGUE, J. Tadzebao and Webonto: Discussing, Browsing and Editing Ontologies on the Web. In: PROCEEDINGS OF THE 11th BANFF KNOWLEDGE ACQUISITION WORKSHOP. Banff, Alberta, Canada, april 18-23, 1998.

DOMINGUE, J., MOTTA, E. A Knowledge-Based News Server Supporting Ontology-Driven Story Enrichment and Knowledge Retrieval. In: KNOWLEDGE ACQUISITION, MODELING AND MANAGEMENT (EKAW). Dagstuhl Castle, Germany, 1999.

EUZENAT, J. Corporative memory through cooperative creation of knowledge bases and hyperdocuments. In: PROCEEDINGS OF TENTH KNOWLEDGE ACQUISITION FOR KNOWLEDGE-BASED SYSTEMS WORKSHOP, 1996. Disponível em: <<http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/KAW96/euzenat/euzenat96b.html>>. Acesso em: 28 set. 2001.

FARQUHAR, A.; FIKES, R.; RICE, J. **The Ontolingua Server**: USA: A Tool for Collaborative Ontology Construction, Academic Press, Duluth, 1997. p. 707-727.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; PAZOS-SIERRA, A.; PAZOS-SIERRA, J. Building a Chemical Ontology Using METHONTOLOGY and the Ontology Design Environment. **IEEE Intelligent Systems & their applications**, p. 37-46, Jan./Feb. 1999.

GANDON, F. Engineering an Ontology for a Multi-Agents Corporate Memory System. In: PROC. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE MANAGEMENT OF INDUSTRIAL AND CORPORATE KNOWLEDGE, p.209-228, 2001. Disponível em: <<http://citeseer.nj.nec.com/gandon01engineering.html>>. Acesso em: 22 maio 2002.

GERMANN, U. Making Semantic Interpretation Parser-Independent. In: PROCEEDINGS OF THE 4th Enc. Bibli. R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf., Florianópolis, n.19, 1º sem. 2005.

AMTA CONFERENCE, 1998. Disponível em: <<http://www.isi.edu/natural-language/people/germann/>>. Acesso em: 11 maio 2002.

GRÜNINGER, M.; FOX, M. S. Methodology for the design and evaluation of ontologies. In: WORKSHOP ON BASIC ONTOLOGICAL ISSUES IN KNOWLEDGE SHARING. Montreal, 1995.

HAAV, H.M.; LUBI, T.L. A survey of concept-based information retrieval tools on the web. In: PROC. OF 5th EAST-EUROPEAN CONFERENCE ADBIS*2001. A. Caplinkas and J. Eder (Eds). **Advances in Databases and Information Systems**, Vilnius "Technika", v. 2. p.29-41, 2001.

HASMAN, A. et al. **ID2.1**: Analysis of guideline ontologies. 1999. Disponível em: <<http://new.euromise.org/mgt/repdev/id21.html>>. Acesso em: 29 ago. 2002.

HORROCKS, I.; SATTLER, U.; TOBIES, S. Practical reasoning for expressive description logics. **Logic Journal of the IGPL**, v. 8, n. 3, p. 239-264, may 2000.

JASPER, R.; USCHOLD, M. A framework for understanding and classifying ontology applications. IJCAI-99, ONTOLOGY WORKSHOP. Stockholm, Sweden july 1999.

KIETZ, J.; MAEDCHE, A.; VOLZ, R. A Method for Semi-Automatic Ontology Acquisition from a Corporate Intranet. In: PROCEEDINGS OF THE EKAW'2000 WORKSHOP ON ONTOLOGIES AND TEXTS. v. 51, 2000. Disponível em: <http://www.irit.fr/ACTIVITES/EQ_SMI/GRACQ/WSEKAW2000/PAPERS/Maedche.pdf>. Acesso em: 29 set. 2001.

MAEDCHE, A. et al. Representation Language-Neutral Modeling of Ontologies. In: PROCEEDINGS OF THE GERMAN WORKSHOP MODELLIERUNG. 2000. p. 128-144. Disponível em: <http://www.ontoprise.de/download/ontoedit_paper.pdf>. Acesso em: 21 out. 2002.

MAEDCHE, A. et al. Semantic portal: The SEAL approach. to appear: In: FENSEL, D.; HENDLER, J.; LIEBERMAN, H.; WAHLSTER, W. (Eds.). **Creating the Semantic Web**. Cambridge: Massachussets Institute of Technology (MIT), MA, 2001.

MAEDCHE, A.; VOLZ, R. **The Text-To-Onto Ontology Extraction and Maintenance Environment**. To appear: Proceedings of the ICDM Workshop on Integrating Data Mining and Knowledge Management, San Jose, California, USA, November 2001.

MARTIN, P. H.; EKLUND, P. Large-scale cooperatively-built heterogeneous KBs. In: ICCS'01, 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPTUAL STRUCTURES. 2001. Disponível em: <<http://meganesia.int.gu.edu.au/~phmartin/WebKB/doc/papers/iccs01/>>. Acesso em: 6 set. 2002.

MIZOGUCHI, R.; VANWELKENHUYSEN, J., IKEDA, M. Task ontology for reuse of problem solving knowledge. In: PROC. OF ECAI'94 TOWARDS VERY LARGE KNOWLEDGE BASES. Amsterdam, N. Mars (Ed.), IOS Press, p. 46-59, 1995.

MORENO, A. O.; HERNÁNDEZ, C. P. Reusing the Mikrokosmos Ontology for Concept-Based Multilingual Terminology Databases. In: LREC 2000 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON LANGUAGE RESOURCES & EVALUATION. Athens, Greece, 31 may - 2 june 2000.

NOY, N. F.; FERGERSON, R. W.; MUSEN, M. A. The knowledge model of Protege-2000: Combining interoperability and flexibility. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE ENGINEERING AND KNOWLEDGE MANAGEMENT (EKAW'2000), 2th. Juan-les-Pins, France, 2000.

PALEY, J. L. S.; KARP, P. A Generic Knowledge base Browser and Editor. In: PROCEEDINGS OF THE FOURTEENTH NATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND NINTH Enc. Bibli: R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf., Florianópolis, n.19, 1º sem. 2005.

INNOVATIVE APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE CONFERENCE. Providence, Rhode Island, AAAI / The MIT, p. 1.045-1.051, July 27-31 1997.

SCHREIBER, A.; TERPSTRA, P.; SISYPHUS-VT. **A Common KADS solution**. Technical Report. 1995. Disponível em: <<http://www.swi.psy.uva.nl/projects/Kactus/Papers.html>>. Acesso em: 28 jun. 2002.

SHUM, S. B. E, MOTTA; DOMINGUE, J. ScholOnto: An Ontology-Based Digital Library Server for Research Documents and Discourse. **International Journal on Digital Libraries**, v. 3, n. 3, p. 237-248, sept. 2000.

SKUCE, D. CODE4: a Unified System for Managing Conceptual Knowledge. **International Journal of Human-Computer Studies**, n. 42, p. 413-451, 1995.

SKUCE, D. **IKARUS**: Intelligent knowledge acquisition and retrieval universal system. 1996. Disponível em: <<http://www.csi.uottawa.ca/~kavanagh/Ikarus/Ikarus4.html>>. Acesso em: 04 out. 2002.

STAAB, S. et al. Knowledge Processes and Ontologies. **Intelligent systems**, Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE, v. 16, n. 1, p. 26-34, January/February 2001.

SWARTOUT, B. et al. Toward Distributed Use of Large-Scale Ontologies. In: PROC. OF AAAI97 SPRING SYMPOSIUM SERIES WORKSHOP ON ONTOLOGICAL ENGINEERING. AAAI Press, p. 138-148, 1997.

TENNISON, J.; SHADBOLT, N. R. APECKS: a Tool to Support Living Ontologies. In: PROC. OF THE 11th BANFF KNOWLEDGE ACQUISITION WORKSHOP. Banff, Alberta, Canada, April 18-23, 1998.

USCHOLD, M.; GRUNINGER, M. Ontologies: principles, methods and applications. **Knowledge Engineering Review**, v. 11, n. 2, 1996.

USCHOLD, M.; KING, M. Building Ontologies: Towards a Unified Methodology. In: 16th ANNUAL CONF. OF THE BRITISH COMPUTER SOCIETY SPECIALIST GROUP ON EXPERT SYSTEMS. Cambridge, UK, 1996.

VAN HEIJST, G.; SCHREIBER, A. T.; WIELINGA, B. J. Using Explicit Ontologies in KBS Development. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 46, Issue 2-3, p. 183-192, Feb./March 1997.

VARGAS-VERA Maria et al. Knowledge Extraction by using an Ontology-based Annotation Tool. In: PROCEEDINGS OF THE WORKSHOP KNOWLEDGE MARKUP AND SEMANTIC ANNOTATION, K-CAP 2001, Victoria Canada, October 2001.

VÁZQUEZ, E.; VALERA, F.; BELLIDO, L. **Modelado de Servicios Complejos en una Plataforma de Intermediación para comercio Electrónico**. 2001. Disponível em: <<http://www.telecom.ece.ntua.gr/smartec/documentation/Publications/smartec-jitel2001.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2002.

ZDRAHAL, Z. et al. Sharing engineering design knowledge in a distributed environment. **Behaviour and Information Technology**, v. 19, n. 3, p. 189-200, 2000.

ABSTRACT

The adoption of a consistent terminology is an important step to consolidate and to develop a scientific field. Moreover, an area in progress as is Information Science could benefit from a conceptualization adopted in consensus by the scientific community. In an attempt to collaborate to the consolidation of such process and, moreover, seeking to fulfill the gap left by the absence of vocabularies specific to the area in Brazil, researchers and students from two research and education Information Science institutions of Minas Gerais, both the Information Science School of UFMG and Computing Institute of PUCMinas, have been developing the POIS (Portuguese Ontology in Information Science) Project. The goal of this paper is to provide an overview of the project and to report for the academic community on its execution, moreover to present information about the resources used, about the experiences in its execution and about the research concerning ontologies executed in its scope.

KEYWORDS: Ontology. Information science.

ANEXO

A lista de exemplos apresentados no anexo não é exaustiva. Apesar de procurar apresentar as principais iniciativas disponíveis na literatura, não pretende esgotar as referências sobre o assunto.

Abordagem	Classificação	Descrição
Quanto à função (MIZOGUCHI, VANWELKENHUYSEN; IKEDA, 1995)	Ontologias de domínio	Reutilizáveis, fornecem vocabulário sobre conceitos, relacionamentos e regras.
	Ontologias de tarefa	Fornecem um vocabulário sistematizado de termos, especificando tarefas.
	Ontologias gerais	Incluem um vocabulário relacionado a coisas, eventos, tempo, espaço, casualidade, etc.
Quanto ao grau de formalismo (USCHOLD; GRUNINGER, 1996)	Ontologia informal	Expressa livremente em linguagem natural.
	Ontologias semi-informais	Expressa em linguagem natural de forma restrita e estruturada.
	Ontologias semiformais	Expressa em uma linguagem artificial definida formalmente.
	Ontologia formal	Os termos são definidos com semântica formal, teoremas e provas.
Quanto à aplicação (JASPER; USCHOLD, 1999)	Ontologias de autoria neutra	Um aplicativo é escrito em uma única língua e depois convertido para uso em diversos sistemas, reutilizando-se as informações.
	Ontologias de especificação	Cria-se uma ontologia para documentação no desenvolvimento de <i>softwares</i> .
	Ontologias de acesso comum à informação	Quando o vocabulário é inacessível, a ontologia torna a informação inteligível, proporcionando conhecimento compartilhado dos termos.
Quanto à estrutura (HAAV; LUBI, 2001)	Ontologias de alto nível	Descrevem conceitos gerais relacionados a todos os elementos da ontologia (espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação, etc) os quais são independentes do domínio.
	Ontologias de domínio	Descrevem o vocabulário de um domínio, como por exemplo medicina ou automóveis.
	Ontologias de tarefa	Descrevem uma tarefa ou atividade (por exemplo diagnósticos ou compras) através da inserção de termos especializados na ontologia.
Quanto ao conteúdo (VAN-HEIJST; SCHREIBER; WIELINGA, 1997)	Ontologias terminológicas	Especificam termos que serão usados para representar o conhecimento em um domínio (por exemplo, os léxicos).
	Ontologias de informação	Especificam a estrutura de registros de bancos de dados (por exemplo, os esquemas).
	Ontologias de modelagem do conhecimento	Especificam conceitualizações, têm estrutura interna semanticamente rica e são refinadas para uso no domínio do conhecimento que descrevem.
	Ontologias de aplicação	Contêm as definições necessárias para modelar o conhecimento em uma aplicação.
	Ontologias de domínio	Expressam conceitualizações que são específicas para um determinado domínio.
	Ontologias genéricas	Similares às ontologias de domínio, mas descrevem conceitos genéricos.
	Ontologias de representação	Explicam as conceitualizações que estão por trás dos formalismos de representação do conhecimento.

Tabela 1 – Tipologia para ontologias

Projetos	Breve descrição
<i>CoMMA(Corporate Memory Management through Agents)</i>	A memória corporativa é descrita como “Web semântica corporativa” e o resultado é uma ontologia; utiliza agentes inteligentes para construir uma arquitetura de informação distribuída e agentes locais através dos quais os usuários acessam os recursos disponíveis (GANDON, 2001).
<i>MGT (Medical Guideline Technology)</i>	Adequada para uso na <i>Web</i> , a ferramenta constrói uma hierarquia de ontologias médicas e de suporte, as quais podem ser integradas ao banco de dados de um paciente (HASMÁN et al., 1999).
<i>PlanetOnto</i>	Possui um servidor de notícias para a <i>Web</i> que facilita a comunicação em empresas; à medida que o arquivo de notícias no servidor torna-se maior, ocorrem problemas de gestão (semântica, recuperação de informação, personalização, etc). Um conjunto de ferramentas chamado PlanetOnto, permite representar formalmente os documentos utilizando-se ontologias (DOMINGUE; MOTTA, 1999).
<i>SMART-EC (Support for Mediation And brokering for Eletronic Commerce)</i>	Plataforma de intermediação baseada em ontologias que fornece serviços para a Internet como: troca de informações entre provedores e usuários finais, definição e implementação de ciclo de vida de serviços e a possibilidade de compras em diversos <i>sites</i> a partir de interface única (VÁZQUEZ; VALERA; BELLIDO, 2001).
<i>Oncoterm</i>	Facilita a tradução de textos médicos sobre oncologia através de uma ontologia baseada em textos especializados e dicionários médicos; os conceitos são organizados em categorias e representados por esquemas (MORENO; HERNÁNDEZ, 2000).
<i>Gazelle</i>	Traduz textos japoneses, árabes e espanhóis para o inglês; inclui processamento e análise semântica das línguas, geração de sentenças em inglês, construção de ontologias interlíngua e criação de léxicos para japonês, árabe, espanhol e inglês (GERMANN, 1998).
<i>Mikrokosmos</i>	Mecanismo em que textos em linguagem natural são traduzidos para textos no formato interlíngua (linguagem neutra, chamada TMR- <i>text meaning representation</i>); a ligação da ontologia com o TMR é feita através de um léxico, onde os significados dos itens são definidos por conceitos ontológicos (BEALE; NIRENBURG; MAHESH, 1995).
<i>KPML (Komet-Penman MultiLingual)</i>	Desenvolve gramáticas e gera linguagens naturais; oferece um ambiente de desenvolvimento gráfico para a construção, manutenção e uso de gramáticas para diversas línguas (inglês, alemão, holandês, chinês, espanhol, russo, búlgaro e checo) (BATEMAN, 1996).
<i>Ontogeneration</i>	Gera textos em espanhol no domínio da química e utiliza linguagens naturais para responder a consultas sobre grupos, elementos e propriedades químicas; utiliza uma ontologia da química (<i>Chemicals</i>), uma ontologia lingüística e uma gramática em espanhol (AGUADO et al., 1998).
<i>OntoSeek</i>	Recupera informações de catálogos de produtos <i>on-line</i> utilizando um sistema de agentes inteligentes, um mecanismo de casamento de padrão baseado em ontologias para tratar o conteúdo e um formalismo para representação (BORGO et al., 1997).
<i>WebKB-2</i>	Permite que usuários da <i>Web</i> recuperem e adicionem conhecimento em uma base compartilhada; permite a publicação de informações automaticamente recuperáveis e comparáveis com as de outros usuários (MARTIN; EKLUND, 2001).
<i>C-Web - Community Web</i>	Formaliza o conhecimento comum utilizado por comunidades da <i>Web</i> ; a limitação é conseguir um ponto de acesso único para as várias fontes de informação das comunidades (ALEXAKI et al, 2000).
<i>SEAL (Semantic Portal)</i>	Possibilita o desenvolvimento de portais semânticos a partir de abordagem baseada em ontologias; explora o aspecto semântico através do fornecimento e acesso a informações em um portal (MAEDCHE et al., 2001)
<i>RichODL</i>	Ambiente de aprendizado na <i>Web</i> desenvolvido para treinar de estudantes na modelagem e simulação de ambientes dinâmicos; ontologias são usadas para descrever o domínio físico dos sistemas modelados além de suas correlações (ZDRAHAL et al., 2000).
<i>SchoolOnto Scholarly Ontologies Project</i>	Biblioteca digital baseada em ontologias que possibilita a interpretar domínios, auxilia na modelagem de pesquisas dinâmicas que carecem de ferramentas para tratar inconsistências; permite discutir a contribuição do documento para a literatura da área através de uma rede semântica (SHUM; MOTTA; DOMINGUE, 2000).

Tabela 2 – Projetos de diversas áreas de pesquisa que usam ontologias

Metodologia	Breve descrição
USCHOLD e KING	Identifica o propósito, os conceitos e relacionamentos entre os conceitos, além dos termos utilizados para codificar a ontologia e, em seguida, documentá-la (USCHOLD; KING, 1996).
GRÜNINGER e FOX	Método formal que identifica cenários para uso da ontologia, utiliza questões em linguagem natural para determinação do escopo da ontologia, executa a extração sobre os principais conceitos, propriedades, relações e axiomas, definidos em PROLOG (GRÜNINGER; FOX, 1995).
<i>KACTUS</i>	Método recursivo que consiste em uma proposta inicial para uma base de conhecimento; quando é necessária uma nova base em domínio similar, generaliza-se a primeira base em uma ontologia adaptada a ambas aplicações; quanto mais aplicações, mais genérica a ontologia (BERNARAS; LARESGOITI; CORERA, 1996).
<i>Methontology</i>	Constrói uma ontologia por reengenharia sobre outra se utilizando o conhecimento do domínio; as atividades principais são especificação, conceitualização, formalização, implementação e manutenção (FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al., 1999).
<i>Sensus</i>	Constrói ontologias a partir de outras ontologias, identificando os termos relevantes para o domínio e ligando-os à ontologia mais abrangente (<i>Sensus</i> , com 50.000 conceitos); um algoritmo monta a estrutura hierárquica do domínio (SWARTOUT et al., 1997)
<i>On-to-knowledge</i>	Auxilia a administração de conceitos em organizações, identificando metas para as ferramentas de gestão do conhecimento e utilizando cenários e contribuições dos provedores / clientes de informação da organização (STAAB et al., 2001).
CO4	Permite discussão sobre conhecimento introduzido em bases de conhecimento compartilhadas, que correspondem a ontologias já que deve haver um consenso sobre o conhecimento ali representado. Quando uma mudança é proposta, os usuários são notificados e podem aceitá-la ou não (EUZENAT, 1996).
(KA) ²	Modela formas de aquisição do conhecimento usando ontologias desenvolvidas em conjunto por pessoas em diferentes locais, mas que utilizam o mesmo padrão; a comunicação e coordenação são feitas via agentes inteligentes (KIETZ; MAEDCHE; VOLZ, 2000).

Tabela 3 – Metodologias para construção de ontologias

Ferramentas	Breve descrição
CODE4 (<i>Conceptually Oriented Description Environment</i>)	Ferramenta de propósito geral que possui diferentes modos de herança e inferência, uma interface gráfica de fácil uso, um modo de hipertexto para navegação e utilitários para leitura de documentos e gerenciamento léxico (SKUCE, 1995).
VOID	Ambiente para navegação, edição e gerenciamento de ontologias. Através de simulações, possibilita o estudo de questões teóricas como: organização de bibliotecas de ontologias e tradução entre diferentes formalismos (SCHREIBER; TERPSTRA.; SISYPHUS, 1995).
IKARUS (<i>Intelligent Knowledge Acquisition and Retrieval Universal System</i>)	Explora as capacidades cooperativas do ambiente Web. Utiliza uma representação hierárquica gráfica que permite herança múltipla. As declarações que contém a informação são representadas como predicados com sintaxe e semântica definidos ou como fragmentos sem estrutura (SKUCE, 1996).
OntoEdit	É um ambiente gráfico para edição de ontologias, que permite inspeção, navegação, codificação e alteração de ontologias. O modelo conceitual é armazenado usando um modelo de ontologia que pode ser mapeado em diferentes linguagens de representação. As ontologias são armazenadas em bancos relacionais e podem ser implementadas em XML, FLogic, RDF(S) e DAML+OIL (MAEDCHE et al., 2000).
Ontolingua	Conjunto de serviços que possibilitam a construção de ontologias compartilhadas entre grupos. Permite acesso a uma biblioteca de ontologias, tradutores para linguagens e um editor para criar e navegar pela ontologia. Editores remotos podem editar ontologias usando protocolos. (FARQUHAR; FIKES; RICE, 1997)
Ontosaurus	Consiste de um servidor de ontologias que usa o LOOM para representação do conhecimento e um servidor de navegação por ontologias que cria páginas HTML dinamicamente e apresenta a hierarquia da ontologia (SWARTOUT et al., 1997).
GKB-Editor (<i>Generic Knowledge Base Editor</i>)	Ferramenta para navegação e edição de ontologias através de sistemas de representação baseados em <i>frames</i> . Oferece interface gráfica, onde os usuários podem editar diretamente a base de conhecimento e selecionar a parte que é de seu interesse (PALEY; KARP, 1997).
APECKS (<i>Adaptive Presentation Environment for Collaborative Knowledge Structuring</i>)	É um servidor de ontologias que permite trabalho cooperativo através da criação de ontologias pessoais pelos usuários. Estas ontologias podem ser comparadas com outras e é possível a discussão sobre as diferenças e similaridades entre elas (TENNISON; SHADBOLT, 1998).
OilEd	É um editor de ontologias de código aberto que permite construir ontologias utilizando a linguagem OIL. Não é um ambiente completo para desenvolvimento de ontologias. Verificação da consistência e classificação automática da ontologia podem ser executadas pela ferramenta FaCT (HORROCKS; SATTLER; TOBIES, 2000).
Protegé 2000	É um ambiente interativo para projeto de ontologias, de código aberto, que oferece uma interface gráfica para edição de ontologias e uma arquitetura para a criação de ferramentas baseadas em conhecimento. A arquitetura é modulada e permite a inserção de novos recursos (NOY; FERGERSON; MUSEN, 2000).
WebODE	Ambiente para engenharia ontológica que dá suporte à maioria das atividades de desenvolvimento de ontologias. A integração com outros sistemas é possível, importando e exportando ontologias de linguagens de marcação (ARPÍREZ et al., 2001).
WebOnto	Ferramenta que possibilita a navegação, criação e edição de ontologias, representadas na linguagem de modelagem OCML. Permite o gerenciamento de ontologias por interface gráfica, inspeção de elementos, verificação da consistência da herança e trabalho cooperativo. Possui uma biblioteca com mais de cem ontologias. (DOMINGUE, 1998).
Ontomarkup Annotation Tool	Ferramenta baseada em ontologias incorporar informações semânticas em documentos através de anotações. Contém um componente de marcação que permite a navegação e a marcação de partes relevantes, um componente que aprende regras a partir de exemplos e um componente de extração da informação (VARGAS-VERA et al, 2001).
Text-to-onto	Proporciona um ambiente para o aprendizado e construção de ontologias a partir de textos. Os textos pode ser em linguagem natural ou formatados em HTML. O sistema é composto por um módulo de gerenciamento de textos e um extrator de informações. Os resultados são armazenados em XML (MAEDCHE ; VOLZ, 2001).

Tabela 4 – Ferramentas para a construção de ontologias

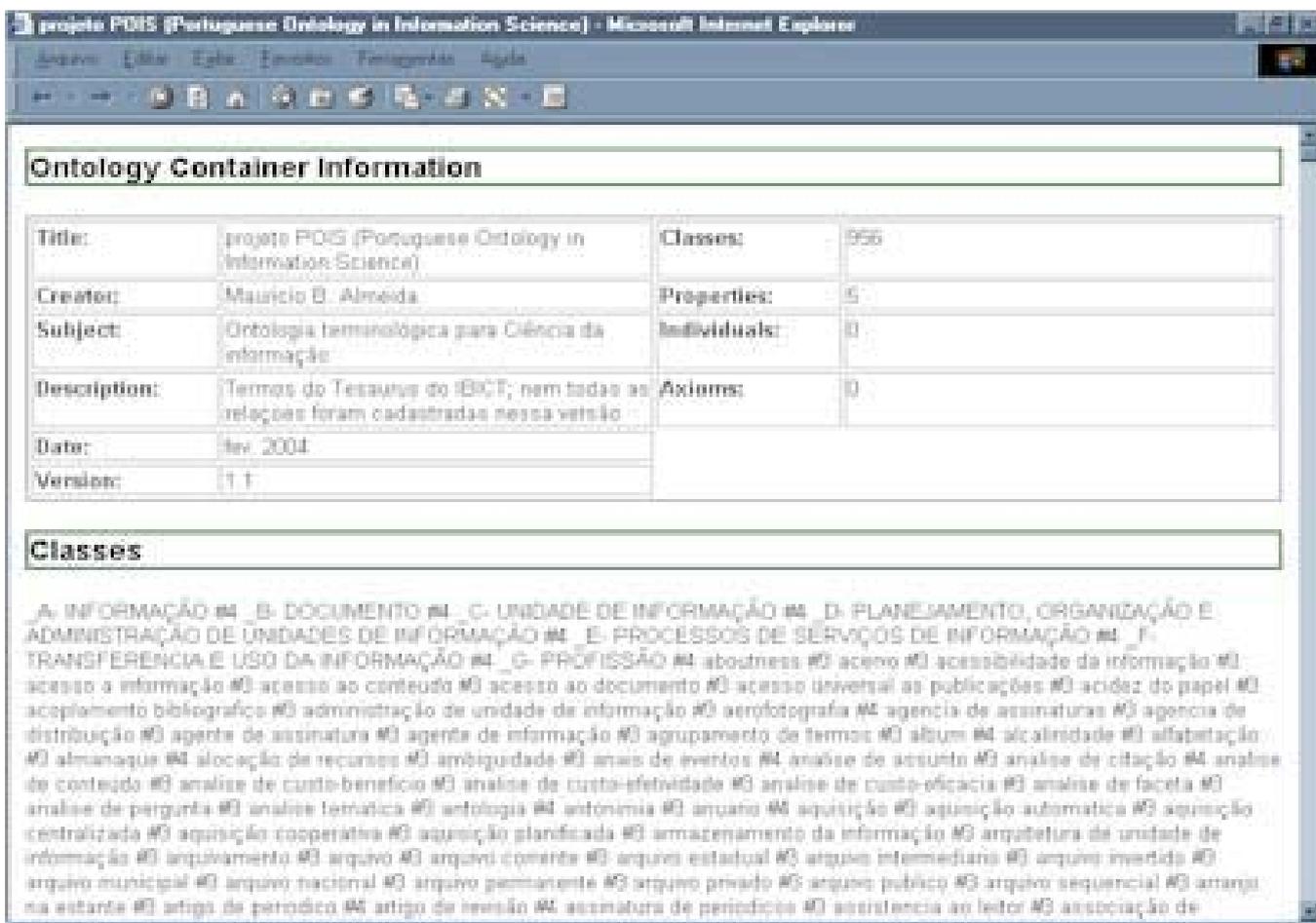


Figura 1 – tela do prototípico convertido para html pela ferramenta OILED.

Agradecimentos

As atividades até aqui realizadas no projeto POIS contaram com a participação dos seguintes alunos: da ECI-UFMG, Aline Alves, Adriana Stefanelli Conceição, Luciana Ribeiro, Luciana Lacerda; da CI-PUCMINAS, Jordan Baia, Marcos D.Café, Jean Carlos dos Santos, Adriana A. L.Cunha, Rondinelli Leonardo e Ronaldo Ferreira.

Originais recebidos em 20/12/2004.