

Levantamento Sistemático da utilização da Web Semântica para Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Martin Simas Pereira, Sean Wolfgang M. Siqueira

Departamento de Informática Aplicada – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

Av. Pasteur, 458 Urca Rio de Janeiro – RJ – Brasil

`martin.pereira@uniriotec.br, sean@uniriotec.br`

***Abstract.** With the maturing of Semantic Web technologies and its dissemination, we observe several proposals of ontologies in a wide variety of domains, including in education. Noticing that currently there are several papers on the specialized literature about the use of ontologies to support education, a systematic survey was conducted in this work to map ontologies in the context of virtual learning environments. The works were classified according to the used technology as well as the ontologies' focus.*

***Resumo.** Com o amadurecimento das tecnologias da Web Semântica e sua disseminação, observam-se diversas propostas de ontologias nos mais variados domínios, inclusive na Educação. Considerando que atualmente há na literatura especializada vários artigos sobre o uso de ontologias para apoiar a Educação, este trabalho realizou um levantamento sistemático para mapear tais ontologias no contexto de ambientes virtuais de aprendizagem. Os trabalhos foram classificados de acordo com a tecnologia utilizada, bem como o foco das ontologias.*

1. Introdução

Os ambientes virtuais de aprendizagem baseados na Web têm recebido grande atenção por parte da comunidade acadêmica interessada em tópicos relacionados à Internet e a Inteligência Artificial Aplicada à Educação [Bittencourt et al., 2008]. A utilização de web semântica nesse contexto, se dá, principalmente, para resolver questões quanto a interoperabilidade entre sistemas e conteúdo, a fim de gerar significado a esse conteúdo [Isotani et al., 2009] [Devedzic, 2006]. Com isso, Ontologias são utilizadas para representação do conhecimento formal, pois permite a explicitação dos conceitos, relações, funções e axiomas.

Esse trabalho tem o intuito de fazer um levantamento sistemático e mapear quais ontologias estão sendo usadas para modelar ambientes virtuais de aprendizagem e ainda quais são as ontologias mais utilizadas. Para isso, foi realizada uma pesquisa na internet considerando os idiomas Português e Inglês nos mecanismos de buscas e bases

eletrônicas da área de Tecnologia da Informação. Após filtragem dos artigos selecionados, 99 deles foram catalogados e indexados.

2. Conceitos e definições

Alguns conceitos empregados nesse artigo são apresentados aqui através dos subtópicos que seguem para melhor conduzir ao entendimento pleno desse trabalho.

2.1 Ontologia

A definição de Ontologia pelos dicionários é: “A ciência ou o estudo do ser” [Significados.com.br, 2014] [Dicionário online de português, 2014]. Complementarmente, a definição mais utilizada na área de Inteligência Artificial é: “um conjunto de termos de conhecimento, incluindo o vocabulário, as interligações semânticas e algumas regras simples de inferência e lógica para algum tema específico” [Hendler, 2001].

Ontologia é também uma técnica de organização de informações, que vem recebendo especial atenção nos últimos anos, principalmente no que diz respeito à representação formal de conhecimento. Geralmente criadas por especialistas, tem sua estrutura baseada na descrição de conceitos e dos relacionamentos semânticos entre eles, as ontologias geram uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada [Morais, 2007].

Uma razão para a popularidade das ontologias está relacionada à grande promessa de compartilhamento e entendimento comum de algum domínio de conhecimento que possa ser comunicado entre pessoas e computadores. Neste sentido, ontologias têm sido desenvolvidas para facilitar o compartilhamento e reutilização de informações [Gruber, 1993].

A Web Semântica, também conhecida como Web 3.0, é um projeto do W3C (World Wide Web Consortium), órgão que visa desenvolver tecnologias, linguagens, padrões e recomendações à Web para que seja acessível a todos. O W3C ajuda no desenvolvimento de tecnologias que darão suporte à Web 3.0. A Web Semântica possibilita a construção de vocabulários e escrita de regras para interoperação de dados. A conexão de dados é possível com tecnologias como RDF, SPARQL, OWL e XML apresentadas abaixo.

A OWL (Web Ontology Language), que está disponível na sua versão 2, é uma linguagem para descrição de Ontologia para web Semântica com significado definido formalmente [W3C¹, 2014].

Resource Description Framework (RDF) uma linguagem de propósito geral para descrição de informação/recursos na web. Tais recursos são descritos através de triplas (sujeito, predicado, objeto) que podem estar relacionados a outros recursos formando grafos RDF. Inferências podem ser conduzidas através de buscas nestes grafos. [W3C², 2014].

O Extensible Markup Language (XML) é um formato baseado em texto simples para representar informações estruturadas: documentos, dados, configurações, livros, transações, faturas e muito mais. Foi derivada a partir de um formato padrão mais antigo

denominado SGML (ISO 8879), a fim de ser mais apropriado para utilização na Web. O XML é um dos formatos mais utilizados para o compartilhamento de informações estruturadas hoje: entre os programas, entre pessoas, entre computadores e pessoas, tanto a nível local, quanto através de redes [W3C³, 2014].

A Web Semântica conta com uma linguagem própria para consulta recomendada pelo W3C, SPARQL. Trata-se de um conjunto de especificações que fornecem linguagens e protocolos para consultar e manipular RDF e torna possível enviar consultas e receber os resultados, por exemplo, através de HTTP ou SOAP [W3C², 2014].

2.2 Ambiente Virtual de Aprendizagem

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem são softwares que dão apoio ao Ensino à Distância (EAD), onde podem conter uma web sala e distribuir conteúdo e notícias relacionadas à instituição de ensino ou ao curso na interações com o aluno. Também podem ser utilizados para apoio ao ensino presencial.

Nesses ambientes, diferentes tipos de usuário interagem entre si, como professor/tutor, aluno e administrador. Essa interação pode ser desde uma conferência a exercício ou leitura guiados pelo professor/tutor ou um agente inteligente.

O uso de ontologias por esses ambientes educacionais permitem a organização de materiais de aprendizagem em torno de pequenos objetos de aprendizagem semanticamente anotados. Os itens podem ser facilmente organizados e personalizados; cursos de aprendizagem podem ser entregues sob demanda para o usuário, de acordo com suas necessidades e seu perfil [Da Costa, 2014]. Essas ontologias podem ser de perfil de aluno, de conteúdo, didático, domínio entre outras e podem ser armazenadas em arquivos OWL, RDF, XML e ainda utilizar linguagem de consulta SPARQL. São essas informações que estaremos procurando encontrar nos artigos.

3. Metodologia

O processo proposto por Kitchenham (2004) para levantamento sistemático foi utilizado por ser simples e didático. Esse processo apresenta três fases principais: Planejamento, Condução e Relatório.

Na fase de planejamento, selecionamos as bases eletrônicas, palavras-chave e assuntos a serem buscados no conteúdo dos artigos para serem estratificados na planilha. Motores de busca e bases eletrônicas como: Google Scholar, IEEE, ACM, SBIE, Bdbcomp, WSWED, Scopus e ScienceDirect foram utilizados pra pesquisar os trabalhos relacionados ao assunto utilizando as palavras-chave: ((ontologia or ontology) and (web semântica or semantic web) and (ambientes virtuais de aprendizagem or virtual learning environment)).

A segunda fase, condução do trabalho, foi realizada em cinco etapas: consulta dos artigos, classificação dos artigos relevantes e estratificação do conteúdo.

Após fazer download dos arquivos, um primeiro filtro foi utilizado para selecionar os mais relevantes, baseando-se apenas nos títulos, resumo e palavras-chave do documento pesquisado. Com isso, uma primeira classificação foi realizada de acordo

com a relevância do assunto em comparação com o resultado da pesquisa. Após fazer essa classificação, 99 artigos foram considerados relevantes e lidos completamente, e então, as ontologias retratadas nesses documentos como sendo utilizadas em ambientes de aprendizagem(AAs) foram agrupadas e representadas em uma planilha com sua totalização. Assim, poder-se-ia responder as perguntas:

Pergunta 1: Quais as linguagens mais utilizadas em ontologias para ambiente de aprendizagem?

Pergunta 2: Quais são as ontologias mais utilizadas em ambiente de aprendizagem?

Os artigos, primeiramente, foram estratificados quanto a tecnologias e linguagens utilizadas para descrever a ontologia, e depois, em quais ontologias o artigo faz referência.

A estratificação foi implementada numa planilha com as seguintes colunas: Índice (auto numeração), Descrição, Resumo e Link com dados textuais e OWL, RDF, XML, SPARQL, Conteúdo, Interação, Domínio, Grupo, Tarefa, Aplicação, Didático, Perfil aluno, Perfil Professor e Outros (valores 1 ou 0 correspondendo a haver referência ou não no artigo nessa ordem), Descrição (valores textuais) e Total (campo somatório de todas as tecnologias e tipos de ontologia referidas nesse artigo). Com isso, foi observado que 24 artigos tiveram no campo Total o valor zero, pois apenas comentam sobre ontologias e ambientes educacionais, mas não fazem referência à linguagem e nem a uma ontologia específica.

A terceira fase desse levantamento sistemático, relatórios, é resumida na seção 4.

4. Relatórios

Para apresentar as estratificações realizadas na planilha, apresentamos duas figuras, e para cada uma, uma tabela com os artigos referentes à linguagem ou ontologia mais utilizada.

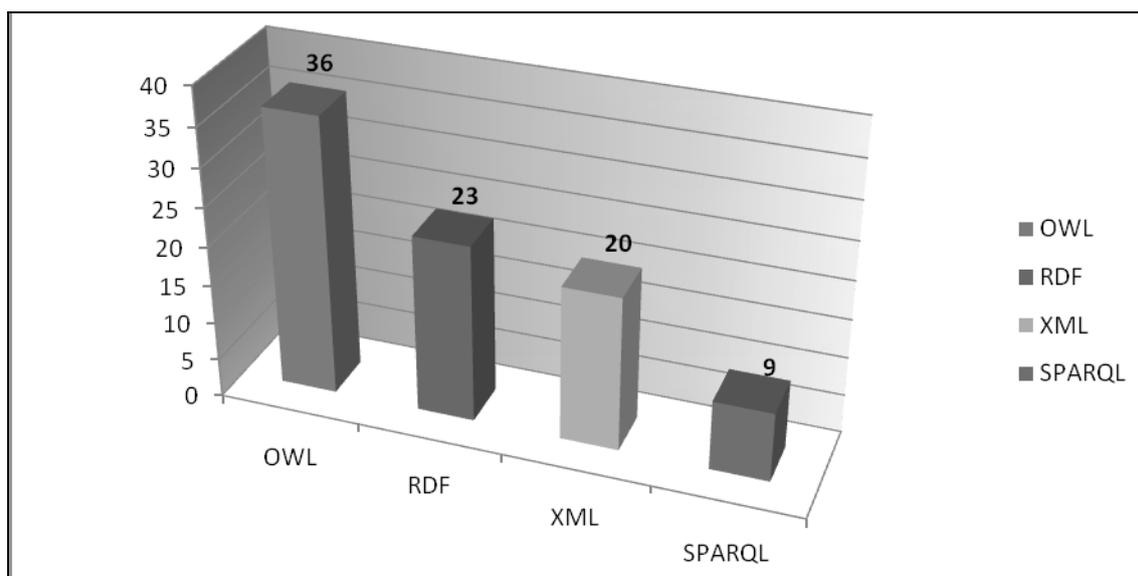


Figura 1: Resultado da 1ª etapa da estratificação

A primeira estratificação foi realizada para responder a pergunta 1, e com ela foi notada a maior utilização da linguagem OWL para descrever ontologias e muito pouca utilização da SPARQL para consulta a essas ontologias.

A OWL é a linguagem mais comumente empregada para descrever uma ontologia atualmente, pois é o padrão adotado pela W3C para esse fim. Isso justifica a maior frequência do seu uso nesse levantamento sistemático. Alguns artigos, inclusive, apresentaram trechos de código OWL gerado da ontologia. Seguem, abaixo, os artigos que contemplam a linguagem OWL.

Tabela 1. Trabalhos que falam do uso de OWL em ambientes de aprendizagem

Descrição	Link
Ambiente Colaborativo de ensino/aprendizagem para o Ensino Fundamental baseado nos princípios da Web Semântica	http://www.inf.ufg.br/mestrado/sites/www.inf.ufg.br.mestrado/files/uploads/Dissertacoes/Adriano%20Ferraz%20da%20Costa.pdf
Visual semantic web: ontology based E-learning management system	http://www.digitalamedier.bth.se/fou/cuppsats.nsf/all/d6ac07599708c7a0c125755b0032b1da/\$file/Copy%20of%20Master-%20Thesis-hwma0711.pdf
MSSearch: Busca Semântica de Objetos de Aprendizagem OBAA com Suporte a Alinhamento Automático de Ontologias	http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/1747/1508
Virtual Laboratory ontology for engineering education	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4720470
A network and repository for online laboratory, based on ontology	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6530257
Uma Arquitetura para Ambientes Virtuais de Convivência - Uma Proposta Baseada em Sistemas Multiagente	http://www.livrosgratis.com.br/arquivos_livros/cp025094.pdf
Interoperabilidade em Ambientes Educacionais Virtuais Modelados por Ontologias	http://wright.ava.ufsc.br/~alice/conahpa/anais/2009/cd_conahpa2009/papers/final153.pdf
Comunidades Virtuais de Prática no Contexto da Web Semântica	http://www.inf.ufg.br/sites/default/files/uploads/relatorios-tecnicos/RT-INF_002-06.pdf
Otimizando a anotação de Objetos de Aprendizagem através da Semântica In Loco	http://ceie-sbc.tempsite.ws/pub/index.php/sbie/article/download/594/580
Abordagem Semântica para uma Arquitetura Integrada de Suporte à Gestão do Conhecimento e ao e-Learning	http://www.maurooliveira.com.br/Novidades/Sec_21/2008/%20Abordagem%20Semantica%20Gestao%20Conhecimento%20e-Learning.pdf
Development of an e-learning system incorporating semantic web	http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1209/1209.3117.pdf
Um sistema inteligente baseado em ontologia para apoio ao esclarecimento de dúvidas	http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/1570/1335
JOINT: Java ontology integrated toolkit	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417413003382/pdf?md5=89f8148b14997d3a75b7cf13c7471b22&pid=1-s2.0-S0957417413003382-main.pdf
Enabling technologies for developing next-generation learning object repository for construction	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580511001488/pdf?md5=99bd6390696b69240a3f8c265f263c63&pid=1-s2.0-S0926580511001488-main.pdf
Interoperabilidade de Unidades de Aprendizagem do IMS Learning Design em Ambientes Virtuais de Aprendizagem	http://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/721/707
ONTOLOGY-BASED LEARNING APPLICATIONS: A DEVELOPMENT METHODOLOGY	http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cad=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCwQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F220901481_Ontology-based_Learning_Applications_A_Development_Methodology%2Flinks%2F0deec525d105235eca000000&ei=-PLqU833O9PhsATbt4GwBQ&usg=AFQjCNHNjyPUVRVvk04n0RqdKxUCQR-UzFA&sig2=XpL_tYSVbd0y8epJkwRTZw&bvm=bv.72938740,d.cWc
Implementation of Ontology in Intelligent E-learning System Development Based on Semantic Web	http://www.ijreat.org/Papers%202013/Volume1/IJREATV1I1116.pdf
Semantic web technologies based virtual learning system	http://isd.ktu.lt/it2010/material/Research/5_ITTL_2.pdf
Amadeus e IMS Learning Design: Interoperabilidade e Reutilização em um Ambiente Virtual de 2ª geração	http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/1552/1317

Uma Ontologia OWL para Metadados IEEELOM, DublinCore e OBAA	http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/1589/1354
Building VR Learning Environment: an Ontology Based Approach	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4959282
A personalized recommendation system in E-Learning environment based on semantic analysis	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6528742
Ontologia para o ambiente virtual de aprendizagem moodle	http://seer.ufrgs.br/index.php/cadernosdeinformatica/article/view/v6n1p269-272/11814
Estado da Arte em Web Semântica e Web 2.0: Potencialidades e Tendências da Nova Geração de Ambientes de Ensino na Internet	http://ceie-sbc.educacao.ws/pub/index.php/rbie/article/viewFile/4/4
MILOS: Infraestrutura de Agentes para Suporte a Objetos de Aprendizagem OBAA	http://ceie-sbc.tempsite.ws/pub/index.php/sbie/article/download/1450/1215
Modelos e Ferramentas para a Construção de Sistemas Educacionais Adaptativos e Semânticos	http://ceie-sbc.educacao.ws/pub/index.php/rbie/article/download/1300/1148
Uma ontologia para modelagem de conteúdo para Ensino a Distância	http://www.uff.br/ontologia/artigos/317.pdf
Ontologia para Construção de Ambientes Interativos de Aprendizagem	http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/sbie/2006/056.pdf
OntoPBL: Uma Ontologia de Domínio sobre Aprendizagem Baseada em Problema	http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/1629/1394
Um Sistema de Autoria para Construção de Ambientes Interativos de Aprendizagem baseado em Agentes	http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/download/59/49
A context based approach to adapt training strategy for handicraft women from third world countries	http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2536566
Design of a performance-oriented workplace e-learning system using ontology	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417410009309/pdf?md5=58560482bc4e2104e3412f3ce235f64c&pid=1-s2.0-S0957417410009309-main.pdf
An application of intelligent techniques and semantic web technologies in e-learning environments	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095741740700629X/pdf?md5=cd83008b0e0ad74fb1c69a2b84a578d4&pid=1-s2.0-S095741740700629X-main.pdf
Knowledge acquisition method for virtual learning environment	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6333405
WOntoVLab: A Virtual Laboratory Authorship Process Based on Workflow and Ontologies	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5572634
Supporting Cognitive Competence Development in Virtual Classrooms - Personal Learning Management and Evaluation Using Pedagogical Agents	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5572555

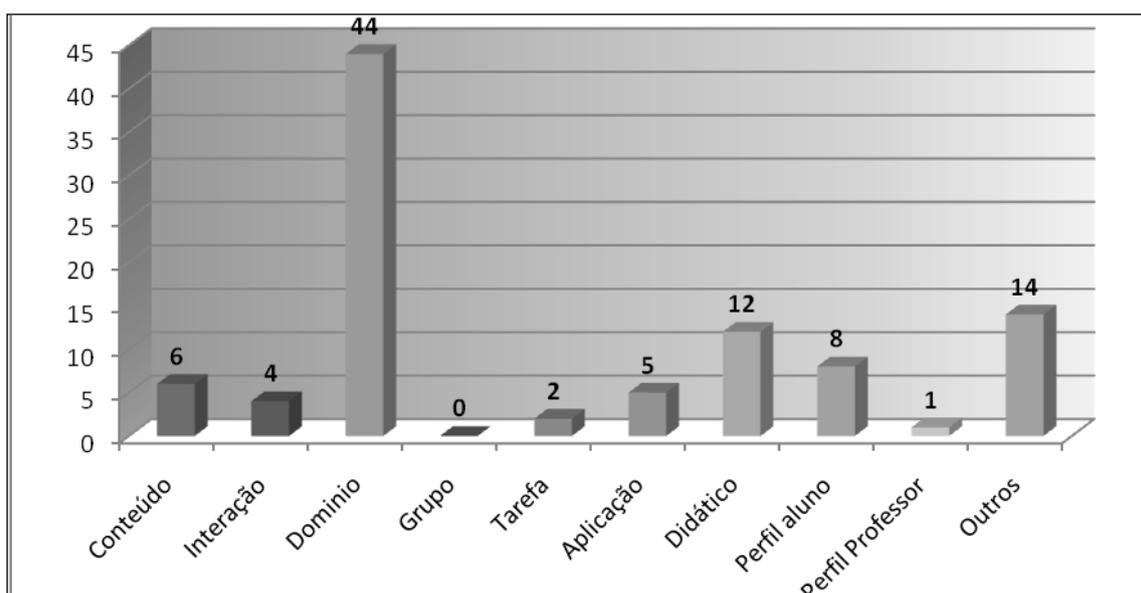


Figura 2: Resultado da 2ª etapa da estratificação

A segunda estratificação foi realizada para responder a pergunta 2, e com ela, observa-se uma predominância na ontologia de Domínio sobre as outras e as ontologias representadas no campo “Outros” que são: Ambiente, Categoria de medição, Competência, Comunicação, Interoperabilidade, jogos, Metadados, Pesquisa e Teste, algumas delas ocorrem mais de uma vez.

A ontologia de Domínio descreve os conceitos pertencentes a uma área específica de conhecimento do conteúdo educacional. Em uma aplicação podem existir diferentes ontologias de domínio em função dos diferentes conteúdos[Romo et al., 2013]. Nos 44 artigos que falam de ontologia de domínio, alguns deles, apenas, descrevem os conceitos independentes do domínio e não o explicitam, mas a maioria utiliza essa ontologia para modelar o ambiente de aprendizado. A ontologia de Materiais de Aprendizagem descreve a organização ou estrutura dos conteúdos educacionais de um domínio de ensino. Assim, vamos sempre ter outras ontologias como de conteúdo, aluno, didático entre outras descrevendo parte de um domínio de conhecimento a ser usado em um ambiente de aprendizagem.

A anotação semântica de Objetos de Aprendizagem por meio de ontologias de domínio permite aprimorar a busca e a recuperação desses objetos de forma eficiente[Romo et al., 2013]. Algumas questões puderam ser respondidas pelo sistema educacional semântico com o uso da ontologia de domínio:

- 1.O que está sendo ensinado?
- 2.Qual o currículo que está sendo ensinado?
- 3.Quais são os objetos de aprendizagem presentes no currículo?
- 4.Quais são os recursos de aprendizagem (textos, lista de termos, exemplos, ...) presentes no currículo?
- 5.Qual é o tipo de problema (Objetivo, Subjetivo, Múltipla escolha, ...)?
- 6.Qual o nível de dificuldade (fácil, médio, difícil) do problema?
- 7.Qual é a solução do problema?

Seguem, abaixo, os artigos que contemplam ontologias de domínio em ambiente de aprendizagem.

Tabela 2. Trabalhos que falam do uso de ontologia de domínio em AAs

Descrição	Link
Ontologia para o ambiente virtual de aprendizagem moodle	http://seer.ufrgs.br/index.php/cadernosdeinformatica/article/view/v6n1p269-272/11814
Construção de ontologia para suporte cognitivo a um ambiente de aprendizagem	http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/12904/000636545.pdf?sequence=1
Modelos e Ferramentas para a Construção de Sistemas Educacionais Adaptativos e Semânticos	http://ceie-sbc.educacao.ws/pub/index.php/rbie/article/download/1300/1148
Uma Arquitetura para Ambientes Virtuais de Convivência - Uma Proposta Baseada em Sistemas Multiagente	http://www.livrosgratis.com.br/arquivos_livros/cp025094.pdf
Uma Linha de Produto de Software baseada na Web Semântica para Sistemas Tutores Inteligentes	br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/1373/1196
Como usar ontologias na avaliação da aprendizagem significativa mediada por mapas conceituais	http://ceie-sbc.educacao.ws/pub/index.php/rbie/article/download/2263/2025
Interoperabilidade em Ambientes Educacionais Virtuais Modelados por Ontologias	http://wright.ava.ufsc.br/~alice/conahpa/anais/2009/cd_conahpa2009/papers/final153.pdf
Comunidades Virtuais de Prática no Contexto da Web Semântica	http://www.inf.ufg.br/sites/default/files/uploads/relatorios-tecnicos/RT-INF_002-06.pdf

Auxílio Personalizado a Estudantes em Ambientes Virtuais de Aprendizagem Utilizando Agentes e Competências	http://ceie-sbc.tempsite.ws/pub/index.php/sbie/article/download/1574/1339
Abordagem Semântica para uma Arquitetura Integrada de Suporte à Gestão do Conhecimento e ao e-Learning	http://www.maurooliveira.com.br/Novidades/Sec_21/2008/%20Abordagem%20Semantica%20Gestao%20Conhecimento%20%20e-Learning.pdf
Ontologia para o domínio da educação mediada pela web	http://www.tise.cl/2010/archivos/tise2003/papers/ontologia_para_o_dominio_da_educacao.pdf
Interoperabilidade de Unidades de Aprendizagem do IMS Learning Design em Ambientes Virtuais de Aprendizagem	http://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/721/707
Ontology-Driven E-Learning System Based on Roles and Activities for Thai Learning Environment	http://www.ijello.org/Volume3/IJKLOv3p001-017Snae.pdf
Semantic web technologies based virtual learning system	http://isd.ktu.lt/it2010/material/Research/5_ITTL_2.pdf
Visual semantic web: ontology based E-learning management system	http://www.digitalamedier.bth.se/fou/cuppsats.nsf/all/d6ac07599708c7a0c125755b0032b1da/\$file/Copy%20of%20Master-%20Thesis-hwma0711.pdf
Uma arquitetura multiagente para sistemas Web semântico para gestão de conteúdos educacionais	http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/download/2719/2373
Uma ontologia para modelagem de conteúdo para Ensino a Distância	http://www.uff.br/ontologia/artigos/317.pdf
Rede de Ontologias: apoio semântico a linha de produtos de objetos de aprendizagem	http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/1765/1526
OntoLearner: Uma Ontologia para Perfis de Alunos Baseada em Padrões	http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/590/576
Ontologia para Construção de Ambientes Interativos de Aprendizagem	http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/sbie/2006/056.pdf
Ontologia de Domínio Linguístico para EAD	http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/ontobras/2010/0024.pdf
DLNotes2: Anotações Digitais como Apoio ao Ensino	www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/2531/2189
OntoPBL: Uma Ontologia de Domínio sobre Aprendizagem Baseada em Problema	http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/1629/1394
Ambientes de autoria, aplicação de testes e apoios a avaliações psicológicas	http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/viewFile/390/376
Um sistema inteligente baseado em ontologia para apoio ao esclarecimento de dúvidas	http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/1570/1335
Framework para sistemas adaptativos: um estudo de caso	http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/1727/1488
Um Sistema de Autoria para Construção de Ambientes Interativos de Aprendizagem baseado em Agentes	http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/download/59/49
Uma ontologia de domínio para a aprendizagem cooperativa	http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/264/250
A context based approach to adapt training strategy for handicraft women from third world countries	http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2536566
Building VR Learning Environment: an Ontology Based Approach	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4959282
Knowledge Representation in Support of Adaptable eLearning Services for All	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050912008071/pdf?md5=78d95b5747359e504a745c23a68060eb&pid=1-s2.0-S1877050912008071-main.pdf
Ontology-based e-assessment for accounting: Outcomes of a pilot study and future prospects	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0748575113000286/pdf?md5=fcdca84e4fc50fbc5987a797b9880aef&pid=1-s2.0-S0748575113000286-main.pdf
JOINT: Java ontology integrated toolkit	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417413003382/pdf?md5=89f8148b14997d3a75b7cf13c7471b22&pid=1-s2.0-S0957417413003382-main.pdf
An application of intelligent techniques and semantic web technologies in e-learning environments	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095741740700629X/pdf?md5=cd83008b0e0ad74fb1c69a2b84a578d4&pid=1-s2.0-S095741740700629X-main.pdf
An ontological approach to automating collaboration and interaction analysis in groupware systems	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950705112002183/pdf?md5=dd23aaaa2cb1bbe987cc9340bc921491&pid=1-s2.0-S0950705112002183-main.pdf
Ontology-Based Knowledge Retrieval	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4682438
Desing and Customization of an ontology to infer knowledge in virtual learning environments	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6201034
Knowledge acquisition method for virtual learning environment	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6333405

Virtual Laboratory ontology for engineering education	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4720470
Integrated approach to Web ontology learning and engineering	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1046976
A network and repository for online laboratory, based on ontology	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6530257
WOntoVLab: A Virtual Laboratory Authorship Process Based on Workflow and Ontologies	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5572634
eLearning Development Environment for Software Engineering Selbo 2	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4624699
Supporting Cognitive Competence Development in Virtual Classrooms - Personal Learning Management and Evaluation Using Pedagogical Agents	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5572555

5. Considerações finais

Em um universo de 99 artigos, poucas ontologias e linguagens foram descritas e implementadas, muitos dos artigos apenas relatam a utilização deles superficialmente.

Em 44 artigos foi comentado o uso, de pelo menos, uma das linguagens utilizadas pra tratar ontologia (OWL, RDF, XML ou SPARQL). Em 66 artigos, ao menos, um tipo de ontologia foi mencionado (Conteúdo, Interação, Domínio, Grupo, Tarefa, Aplicação, Didático, Perfil Aluno, Perfil Professor e Outros).

Porém, sabe-se da forte utilização de ontologias no meio acadêmico, embora pouco documentado, frente à forte utilização vista nos mesmos artigos.

Contudo, a planilha Anexo 1 serve como boa base de consulta e referência a trabalhos futuros, pois possui um apanhado de artigos com seus resumos, links para downloads e linguagens e ontologias referidas neles, o quê economiza tempo dos pesquisadores. Baseado nessa planilha, analisar quais domínios foram implementados, visto que, é a ontologia mais utilizada e de certa forma, sempre que se falar em modelar ambiente de aprendizagem, estaremos falando do domínio. Assim, explicitar o conteúdo desses domínios e avaliar o porquê da não utilização de outras ontologias integradas.

Ainda, relatar o porquê da preferência de se utilizar a linguagem OWL para descrever ontologias. E se há vantagens dela sobre outras linguagens para justificar o maior número de referência nos artigos.

Alguns artigos foram acessados utilizando o portal de periódicos da CAPES, e pode ser que fora do portal, seja necessário pagar ou se cadastrar nas bases eletrônicas.

Referências

- Bittencourt, I. I., Isotani, S., Costa, E., Mizoguchi, R. (2008). "Research Directions on Semantic Web and Education". *Journal Scientia*, 19(1), 59-66.
- Da Costa, A., F. (2014). "Ambiente Colaborativo de ensino/aprendizagem para o Ensino Fundamental baseado nos princípios da Web Semântica". Universidade Federal de Goiás.
- Devedzic, V. (2006). "Semantic Web and Education". Monograph, Springer, Berlin Heidelberg New York. (ISBN: 0-387-35416-6).
- Dicionário online de português. (2014). "Significado de Ontologia". <http://www.dicio.com.br/ontologia/>, setembro.

- Gruber, T., R. (1993). "A Translation Approach to Portable Ontologies," Knowledge Acquisition, vol. 5, no. 2, pp. 199–220.
- Hendler, J. (2001). "Agents and the Semantic Web". University of Maryland.
- Isotani, S., Bittencourt, I. I., Mizoguchi, R., Costa, E. (2009). "Estado da Arte em Web Semântica e Web 2.0: Potencialidades e Tendências da Nova Geração de Ambientes de Ensino na Internet". Revista Brasileira de Informática na Educação, Vol 17, Nº1.
- Kitchenham, B. (2004). "Procedures for performing systematic reviews". Technical Report TR/SE- 0401 and NICTA Technical Report 0400011T.1, Keele University and National ICT Australia Ltd.
- Morais, E. A. M. (2007). "Ontologias: conceitos, usos, tipos, metodologias, ferramentas e linguagens", Universidade Federal de Goiás.
- Romo, B. S., Guilherme, I. R., Queiroz, J. (2013). " Uma arquitetura multiagente para sistemas Web semântico para gestão de conteúdos educacionais". <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/download/2719/2373>, Setembro.
- Significados.com.br. (2014). "Significado de Ontologia". <http://www.significados.com.br/ontologia/>, setembro.
- W3C¹. (2014). "OWL 2 Web Ontology Language Profiles (Second Edition)". <http://www.w3.org/TR/owl2-profiles/>, setembro.
- W3C². (2014). "W3C Brasil World Wide Web Consortium". <http://www.w3c.br/Padroes/WebSemantica>, setembro.
- W3C³. (2014). "W3C Brasil World Wide Web Consortium". <http://www.w3.org/standards/xml/core>, setembro.