

Tecnologias da Web Semântica em Ambientes Educativos: uma Revisão Sistemática

Aparecida M. Zem-Lopes, Lais Z. Pedro, Fernando R. H. Andrade,
Simone S. Borges, Seiji Isotani

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – Universidade de São Paulo (USP)
Avenida Trabalhador São-Carlense, 400 - São Carlos - SP - Brazil

{cidazem, laisp, fernando.heb, sborges, sisotani}@icmc.usp.br

Abstract. Semantic Web has been attracted many researchers working on Web-based educational environments. Although much has been done in this field, there is a lack of work that compiles the results of the community. Thus, this article presents a systematic review of the literature to identify where and how Semantic Web technologies are being used in educational settings.

Resumo. Web Semântica tem atraído muitos pesquisadores que trabalham com pesquisa e desenvolvimento de ambientes educacionais de aprendizagem baseados na Web. Apesar dos avanços obtidos na área, poucos trabalhos compilam e categorizam os resultados da comunidade. Neste contexto, este artigo apresenta uma revisão sistemática que procura identificar onde e como tecnologias da Web Semântica vem sendo utilizadas em ambientes educacionais.

1. Introdução

Os estudos de ambientes educacionais baseados na web têm avançado nos últimos anos, impulsionados pela evolução das Tecnologias de Informação e Comunicação, despertando interesse da comunidade com relação a temas ligados à Educação a Distância, Informática na Educação, entre outros (Bittencourt et al., 2008). O trabalho de Abreu et al. (2012) evidencia esse aspecto ao realizar um mapeamento sistemático para investigar quais tecnologias vêm sendo utilizadas como suporte no desenvolvimento de softwares educativos.

A crescente evolução das pesquisas em Web Semântica tem apresentado um grande potencial para resolver problemas nos ambientes de ensino e aprendizagem baseados na Web atual. Entre eles estão a falta de interoperabilidade entre sistemas e as dificuldades para criar, compartilhar e reutilizar conteúdos e informações na Web. Desse modo, a Web que conecta apenas informações por intermédio de *links* entre páginas, tende a se transformar na Web que conecta “conhecimento”, por meio do uso de técnicas da Web Semântica (Devedzic, 2006).

Essa capacidade possibilita o desenvolvimento de novos mecanismos de aprendizagem, inferências e análise sobre o nível de conhecimento do aluno, além de viabilizar o uso de agentes inteligentes para lidar com os conteúdos educacionais contidos na web de forma mais rápida e efetiva (Isotani et al., 2009). O uso de ontologias e taxonomias para representar conhecimento e anotar a informação contida na Web permite que essas informações conectadas passem a ter significados compreensíveis e compartilháveis tanto por pessoas como computadores. Porém, ainda

existem dificuldades para se desenvolver sistemas educacionais integrados que permitam o compartilhamento e o reaproveitamento de conteúdos.

Em face disso, conhecer o estado da arte da utilização da Web Semântica em aplicações educacionais apresenta-se como uma necessidade para se construir uma base sólida sobre essa área de pesquisa. Assim, o objetivo desta Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é identificar quais técnicas e em que ambientes as tecnologias de Web Semântica vêm sendo mais pesquisadas.

2. Metodologia

Para conduzir essa RSL, seguiu-se o processo proposto por Kitchenham (2004) que apresenta três fases principais: Planejamento, Condução e Relatório. Todo o processo foi realizado com o apoio da ferramenta Start¹. Por questões de espaço, nesse artigo são apresentadas apenas as seções mais importantes desse protocolo².

2.1 Questões de pesquisa

A questão de pesquisa principal e outras cinco questões secundárias foram elaboradas a partir do objetivo da RSL, junto a especialistas da área:

QP₁ - Existem ambientes educacionais baseados em Web semântica?

A partir da questão principal, foram elaboradas as questões secundárias:

QP_{1.1} - Há algum sistema tutor inteligente baseado em Web semântica desenvolvido?

QP_{1.2} - Se sim, quais ontologias são utilizadas?

QP_{1.3} - Há algum *guideline* ou *framework* para implementação de Web semântica desenvolvido?

QP_{1.4} - Quais as principais abordagens, metodologias e técnicas utilizadas para implementar os ambientes virtuais de ensino e aprendizagem, baseados nesta tecnologia?

2.2. Estratégias e processo de busca

A string de busca foi elaborada por meio da identificação das principais palavras-chave derivadas das questões de pesquisa (Kitchenham, 2006). A string genérica foi definida como: ("*semantic web*" or "*web semantics*" or "*semantic wiki*" or "*semantic computing*") and ("*educational environment*" or "*distance education*" or "*educational system*" or "*educational systems*" or "*intelligent tutoring system*" or "*e-learning environment*" or "*m-learning environment*" or "*elearning environment*" or "*mlearning environment*" or "*virtual learning environment*" or "*teaching and learning*" or "*learning and teaching*" or "*adaptive learning*" or "*collaborative learning*" or "*intelligent virtual environment*"))

A escolha das bases eletrônicas para as buscas foi baseada em Dieste et al. (2009), que apresenta alguns critérios como a disponibilidade dos estudos primários, cobertura das publicações e conferências relevantes na área de pesquisa. As máquinas de busca digitais utilizadas foram: ACM Digital Library, IEEE Xplore, Elsevier (via ScienceDirect), Springer (via SciVerse) e Scopus.

¹ StArt – disponível em <http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool>

² O protocolo completo pode ser conferido em <<http://goo.gl/v5QaMW>>

2.3. Processo de seleção dos trabalhos

Foram selecionados estudos que abordam e documentam aspectos práticos da utilização de Web semântica, tais como: propostas de ontologias para educação, metodologias de implementação, estudos experimentais, *guidelines* e *frameworks*. Estudos que apenas abordem aspectos teóricos, filosóficos ou pedagógicos da utilização de Web Semântica para desenvolvimento de ambientes educacionais, foram excluídos. A seleção e extração de dados foram conduzidas por quatro pesquisadores e as diferenças e dúvidas solucionadas por consenso.

2.4. Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão e exclusão foram elaborados a fim de se garantir a seleção de estudos relevantes para responder às questões de pesquisa. Os critérios de inclusão apoiam o monitoramento de artigos que apresentam abordagens sobre aspectos práticos da utilização de Web semântica, tais como: propostas de ontologias para educação, metodologias de implementação, *guidelines* e *frameworks* para Web semântica em educação. Os critérios de exclusão visam principalmente rejeitar os artigos que não se enquadrem na proposta da RSL, como *grey literature* ou estudos não relacionados à educação. Maiores detalhes podem ser vistos no *link* apresentado na Seção 2.1.

3. Resultados e análise dos dados

Ao final da primeira etapa, dos 445 estudos recuperados, restaram 173. Na segunda etapa de seleção, foi realizada a leitura completa dos estudos e, por meio de um formulário de extração, foram obtidas as informações relevantes para responder às questões de pesquisa do trabalho. Dessa forma, obteve-se um total de 93 estudos incluídos para análise. A Tabela 1 mostra, de forma resumida, a evolução do processo de seleção dos estudos primários. Foi realizada também uma avaliação de qualidade dos estudos, de acordo com critérios definidos pelos pesquisadores, de modo a classificar os artigos selecionados de acordo com sua relevância com relação ao objetivo da RSL. Os detalhes desta avaliação estão disponíveis no *link* apresentado na seção 2.1.

Tabela 1 - Resumo do processo de seleção dos estudos primários

Base	Inicial	1ª seleção			2ª seleção	
		incluídos	excluídos	duplicados	incluídos	excluídos
IEEE	85 (19%)	31	45	9	20	11
ACM	53 (22%)	25	25	3	13	12
SCOPUS	222 (50%)	97	103	22	47	50
ELSEVIER	16 (4%)	8	0	8	6	2
SPRINGER	69 (16%)	12	52	5	7	5

3.1. Respostas às questões de pesquisa

Esta seção apresenta os resultados encontrados nos estudos primários que contribuem para responder às questões propostas nessa RSL. Após a extração e sumarização dos dados, foi possível encontrar as evidências necessárias para responder às questões de pesquisa dessa revisão sistemática. O que responde a questão de pesquisa **QP₁**: *Há algum ambiente educacional baseado em Web semântica?*

Os resultados indicam que existem iniciativas para a criação e teste de sistemas educacionais (23%), frameworks (22%) e ontologias (16%), além de outros não

nomeados, que utilizam a Web semântica para facilitar o reuso de conhecimento e o aprimoramento de agentes inteligentes, o que permite inferir sobre as questões secundárias desse trabalho. Foi possível observar que já existem sistemas tutores inteligentes semânticos em desenvolvimento, além de expectativas sobre os benefícios que a Web semântica pode proporcionar para a melhoria da performance dos agentes inteligentes. Dentre os artigos analisados, 16% tratam sistemas tutores inteligentes baseados em Web semântica. Um dos trabalhos é apresentado por Rosié et. al (2004), que propõem um sistema tutor inteligente baseado na simulação de professores reais no processo de ensino e aprendizagem, no qual implementam os conceitos de interoperabilidade do domínio do conhecimento, o que responde à questão de pesquisa **QP_{1.1}**.

A utilização de ontologias apropriadas para sistemas educacionais apresentou-se como uma importante preocupação nos estudos recuperados, já que 16% fazem menção ao uso de ontologias específicas para ambientes educacionais. Foi possível identificar, nos estudos, as ontologias Fedora, Mulgara, G.O. (Gene Ontology), SCORM, SKOS, LOCO, LOCO-cite, UMMO, GUMO, SIOC, ALoCOM, COES, AVATAR entre outras. Os pesquisadores Mitrovic and Devedzic (2002) propuseram um modelo de ontologia denominado M-OBLIGE, capaz de prover uma infraestrutura que possibilite o reuso e compartilhamento de conhecimento em sistemas tutores inteligentes, afirmando, ainda, que esse modelo é o primeiro passo para o desenvolvimento de um *framework* unificado que habilita a interoperabilidade entre múltiplos sistemas tutores na Web, o que responde à questão de pesquisa **QP_{1.2}**.

Segundo os dados coletados, não existem propostas de *guidelines*, o que responde à questão de pesquisa **QP_{1.3}**. Entretanto, foram encontradas diversas iniciativas propondo *frameworks* para ambientes educacionais utilizando Web semântica, totalizando 31 artigos (34% dos estudos). Cubric et al. (2009), por exemplo, apresentam um *framework* semântico que pode ser utilizado para gerar ambientes Web, *e-learning* e *e-assessment* para qualquer domínio de conhecimento. Já Conesa et al. (2012) trazem o *framework* ALICE, baseado em ontologias, que inclui informações emocionais sobre o sentimento e opiniões dos estudantes enquanto ocorre a colaboração no sistema.

Os métodos para a implementação de ambientes educacionais não estão bem definidos e apresentam uma grande variação, de acordo com os objetivos do sistema proposto. Dentre os estudos avaliados, os principais tópicos que têm atraído a atenção da comunidade são ligados à melhoria de agentes inteligentes para a recomendação de conteúdo apropriados aos alunos, à melhoria dos módulos pedagógicos de sistemas adaptativos e ao reuso e compartilhamento de conteúdos entre modelos de domínios de sistemas distintos (Mitrovic and Devedzic, 2002; Dung and Florea, 2011; Strujic and Sendelj, 2012) o que responde à questão **QP_{1.4}**.

4 Considerações finais

Os dados extraídos fornecem evidências sobre o panorama de aplicação da Web semântica em sistemas educacionais e demonstram que, por estar sendo explorada por apenas algumas iniciativas, sua utilização está pouco consolidada.

Os resultados apresentam Ontologias sendo desenvolvidas para modelar objetos de aprendizagem, perfis dos alunos e práticas pedagógicas. Entretanto, poucas

ontologias estão devidamente identificadas e os estudos não disponibilizam informações detalhadas sobre os conteúdos ou endereços delas, de modo que não atendem às características de reuso e compartilhamento desejadas.

Observou-se, também, que a diversidade de *frameworks* propostos para incorporar a Web Semântica aos ambientes educacionais evidenciam a preocupação e o interesse da comunidade científica em oferecer ferramentas que possam contribuir para otimizar a qualidade desses ambientes.

Referências Bibliográficas

- Abreu, F.; Almeida, A.; Barreiros, E.; Saraiva, J.; Soares, S.; Araújo, A.; Henrique, G. (2012) “Métodos, Técnicas e Ferramentas para o Desenvolvimento de Software Educacional: Um Mapeamento Sistemático”. Anais do 23º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2012), ISSN 2316-6533, Rio de Janeiro, 26-30 de Novembro de 2012.
- Bittencourt, I. I., Isotani, S., Costa, E. & Mizoguchi, R. (2008). “Research Directions on Semantic Web and Education”. *Journal Scientia*, 19(1), 59-66.
- Conesa, J; Caballé, S; Gañan, D; Prieto, J. (2012) “Towards the Representation of Emotional Information from On-line Collaborative Learning Sessions”. Sixth International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems. Barcelona, Spain.
- Cubric, M; Tripathi, V. (2009) “A Semantic Web Framework for Generating Collaborative E-learning Environments”. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, v. 4 (3), p. 4.
- Devedzic, V. “Semantic Web and Education”. Springer, 2006.
- Dieste, O.; Grimán, A.; Juristo, N. (2009). “Developing search strategies for detecting relevant experiments”. *Empirical Software Engineering*, v. 14, n. 5, p. 513-539, 2009.
- Dung, P. Q.; Florea, A. M. (2011) “An architecture and a domain ontology for personalized multi-agent e-learning systems”, Third International Conference on Knowledge and Systems Engineering, IEEE Computer Society, DOI 10.1109/KSE.2011.35.
- 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*, 17, p. 30-42.
- 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.
- Kitchenham, B. (2006). “Empirical paradigm - the role of experiments”. *Empirical software engineering issues: critical assessment and future directions*, Heidelberg. Springer-Verlag.
- Kitchenham, B. ; Charters, S. (2007). “Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering”. Technical Report EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report. <http://www.dur.ac.uk/ebse/resources/Systematic-reviews-5-8.pdf>.
- Mitrovic, A.; Devedzic, V. (2002) “A Model of Multitutor Ontology-Based Learning Environments”. *Proceedings of the International Conference on Computers in Education (ICCE'02) 0-7695-1509-6/02*. IEEE, 2002.
- Rosié, M; Glavinic, V; Stankov, S. (2004) “Intelligent Tutoring Interoperability for the New Web”. *IEEE Melecon 2004*. Dubrovnik. Croatia, 2004.
- Strujic, D.; Sendelj, R. (2012) “Concepts of modern systems for e-learning based on sematic technologies”, *Mediterranean Conference on Embedded Computing MECO - 2012*, Bar, Montenegro.