

Um Estudo de Mapeamento Sistemático sobre Ontologias para a Metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas

Adriana Silva Souza^{1,4}, Adolfo Duran^{2,3}, Vaninha Vieira^{1,3}

¹Departamento de Ciência da Computação - Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Salvador, BA – Brasil

²Superintendência de TI (UFBA) – Salvador, BA – Brasil

³Centro de Projetos Fraunhofer para Engenharia de Software e Sistemas da UFBA
Salvador, BA – Brasil

⁴Instituto Federal da Bahia (IFBA) – Campus Porto Seguro - Porto Seguro, BA – Brazil

adriana@ifba.edu.br, adolfo@ufba.br, vaninha@dcc.ufba.br

Abstract. *This paper describes a systematic mapping study that investigates ontologies use for the Problem Based Learning methodology. It aims to check studies evolution, the number of works, the type of research, and to identify evidences for targeting future research. The mapping follows the guidelines for conducting this type of research in the Software Engineering area. Results present few ontologies developed for this domain indicating that this field of research can still be explored.*

Resumo. *Esse artigo descreve um mapeamento sistemático que investiga o uso de ontologias na metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL – Problem Based Learning). O objetivo é verificar a evolução dos estudos existentes, permitindo conhecer a quantidade, tipo de pesquisa, visando identificar evidências para o direcionamento de futuras pesquisas. O mapeamento segue as diretrizes para condução desse tipo de pesquisa na área de Engenharia de Software. Os resultados apresentam poucas ontologias desenvolvidas para esse domínio, apontando indícios de que esse campo de pesquisa ainda pode ser explorado.*

1. Introdução

Ontologias vêm sendo utilizadas e aplicadas em várias áreas do conhecimento, como gestão do conhecimento, comércio eletrônico, processamento de linguagens naturais, recuperação da informação na Web e sistemas de cunho educacional [Santos Neto 2013]. Segundo Gruber (1993) ontologia pode ser definida como uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada. No cenário educacional, ontologias têm se mostrado úteis na concepção de vários tipos de ambientes educacionais, ambientes web [Silva et al. 2009], modelos educacionais formais [Hayashi et al. 2009], estruturação dos tutores inteligentes [Jacinto e Oliveira 2008], aprendizagem colaborativa [Hayashi et al. 2009], dentre outros.

Dentre as metodologias pedagógicas para o processo de construção do conhecimento, podemos destacar a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas, do inglês *Problem-Based Learning* (PBL). Na PBL, os estudantes trabalham

em grupos colaborativos e constroem o seu próprio conhecimento através da resolução de problemas da vida real. Essa metodologia foi adotada inicialmente nos cursos de Medicina, com uma boa aceitação, e vem sendo utilizada atualmente em diversos cursos, tornando-se cada vez mais eficaz no ensino superior [Hung et al. 2008].

Dentre as razões para o uso de ontologia em um domínio, estão a reutilização e o compartilhamento do entendimento comum [Heiyanthuduwage e Karunaratne 2007]. Portanto, ao planejar o uso de ontologias no domínio de PBL faz-se necessário conhecer as ontologias existentes, para reutilizá-las ou adaptá-las. Algumas pesquisas apresentam o uso de ontologia em PBL [Jacinto e Oliveira 2008], [Fontes et al. 2011], [Aparício et al. 2012].

Para apoiar o direcionamento da concepção de novas ontologias para o domínio PBL, realizamos um estudo de mapeamento sistemático da literatura, com a seguinte questão central: “*Quais tipos de ontologias estão sendo propostas para o domínio de Aprendizagem Baseada em Problemas?*”. Este artigo está organizado como segue: a Seção 2 oferece uma visão geral sobre a metodologia PBL; a Seção 3 apresenta o protocolo e a metodologia do mapeamento sistemático; a Seção 4 discute os resultados obtidos; e, na Seção 5 são apresentadas as considerações finais e as oportunidades de trabalhos futuros.

2. Aprendizagem Baseada em Problemas

A metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) surgiu no final dos anos 60 no curso de Medicina da Universidade de McMaster no Canadá [Borrows 1996]. No Brasil, PBL foi adotada por alguns cursos de Medicina de universidades brasileiras e tem sido adaptada para outros contextos educacionais, sendo empregada em diversas áreas, como Pedagogia, Administração de Empresas e Engenharias [Ribeiro 2005].

A PBL é uma metodologia instrucionista influenciada pelo construtivismo. Diferentemente do modelo tradicional, o processo de construção do conhecimento ocorre de forma colaborativa e com maior interação entre os estudantes. Problemas reais (ou potencialmente reais) são utilizados para iniciar, direcionar, motivar e focar a aprendizagem. O estudante passa a ter um papel mais ativo no processo, enquanto o professor torna-se um facilitador do conhecimento [Sousa 2011].

Uma das características que tornam a adoção de PBL interessante para as instituições de ensino é a possibilidade de atingir objetivos educacionais mais amplos, como por exemplo: adaptabilidade a mudanças, habilidade de solucionar problemas em situações não rotineiras, pensamento crítico e criativo, trabalho em equipe e compromisso com o aprendizado [Ribeiro 2005].

O processo PBL começa com a apresentação do problema a um grupo de estudantes, onde é levantado o cenário do problema. A seguir, os estudantes fazem a discussão colaborativa, identificam ideias e fatos, formulam hipóteses, definem questões e metas de aprendizagem. Após essa etapa, eles vão para o estudo autônomo, onde investigam conteúdos que auxiliam nas respostas às questões e metas definidas. Na etapa seguinte, reúnem-se novamente em uma sessão tutorial onde é realizada uma nova discussão, para aplicação dos novos conhecimentos [Hmelo-Silver 2004].

Ao término da resolução de cada problema acontece a avaliação. Os estudantes refletem sobre o conhecimento construído, avaliam o processo, o tutor, os pares e se

auto-avaliam. É necessário também que o tutor observe cuidadosamente as sessões e desenvolva estratégias específicas, para que os estudantes possam superar as deficiências detectadas e desenvolver as competências desejadas [Hmelo-Silver 2004].

3. Metodologia da Pesquisa

Este mapeamento sistemático segue as diretrizes sugeridas por Kitchenham e Charters (2007) para condução de mapeamento e revisão sistemática. A seguir, são apresentadas as etapas de planejamento e condução do mapeamento.

3.1. Planejamento

A primeira tarefa em um mapeamento sistemático é o desenvolvimento do protocolo de como ele será conduzido. Para tal, é necessário definir questões de pesquisa, *strings* de busca, fontes de pesquisa e critérios de seleção [Kitchenham e Charters 2007].

Nesse estudo foram definidas uma questão central e algumas questões secundárias. **Questão central:** *Quais tipos de ontologias estão sendo propostas para o domínio de Aprendizagem Baseada em Problemas?* Questões secundárias: **QS1.** *Qual o objetivo das ontologias desenvolvidas para PBL?* **QS2.** *De que forma as ontologias desenvolvidas para PBL têm sido avaliadas?* **QS3.** *Quais questões de competência têm sido consideradas para o desenvolvimento de ontologias para PBL?*

Para construção da *string* de busca (Tabela 1), primeiro foram definidas as palavras chaves, e posteriormente criou-se uma combinação das palavras definidas. As **palavras chaves** definidas foram: *PBL, Problem Based Learning, Project Based Learning, Ontology e Ontologies.*

Tabela 1. String de busca

<i>(ontology OR ontologies) AND (PBL OR "problem based learning" OR "project based learning")</i>

Dois tipos de pesquisa foram executadas para seleção dos trabalhos: automática e manual. Na busca automática, as fontes de pesquisa foram: IEEEExplore Digital Library, ACM Digital Library, Elsevier Scopus, Elsevier ScienceDirect, SpringerLink e Wiley Online Library. Essas fontes indexam os principais periódicos e conferências internacionais da área. Para complementar a pesquisa realizou-se uma busca manual dos artigos das principais conferências e workshops das áreas de Ontologias e Educação, indexadas pelo Qualis da Capes listadas na Tabela 2.

Tabela 2. Principais Conferências e Workshops da Área segundo o Qualis CAPES

Sigla	Nome
SBIE	Simpósio Brasileiro de Informática e Educação
ICALTY	International Conference on Advanced Learning Technologies
WMUTE	IEEE Wireless, Mobile and Ubiquitous Technologies in Education
EON	Workshop on Evaluation of Ontology-based Tools
FOIS	International Conference on Formal Ontology in Information Systems
ODBASE	International Conference on Ontologies Databases and Applications of Semantics
ODBIS	Ontologies-Based Databases and Information Systems
	Ontology Learning
ONISW	Ontologies and Information Systems for the Semantic Web
ONTOBRAS-MOST	Ontology Research in Brazil / Metamodels, Ontologies and Semantic Technologies

ONTOSE	Ontology, Conceptualization and Epistemology for Information Systems, Software Engineering and Service Science
CSEDU	International Conference on Computer Supported Education
Edutainment	International Conference on E-learning and Games
ICETC	International Conference on Education Technology and Computer
ICFCE	International Conference on Frontiers in Computer Education
SIGCSE	Technical Symposium on Computer Science Education

Para melhorar os resultados obtidos, foram definidos os **critérios de seleção** da pesquisa. Os seguintes **critérios de inclusão** foram considerados: (i) os estudos devem descrever pesquisas referentes a ontologias e PBL; (ii) os estudos devem estar escritos em inglês ou português; (iii) os estudos devem apresentar palavras da *string* de busca em seu título, abstract ou palavras-chave; (iv) os estudos devem ser publicações dos últimos 7 anos, com exceção de estudos clássicos, citados frequentemente; e (v) os estudos devem estar disponíveis na Web.

Os seguintes **critérios de exclusão** foram adotados: (i) estudos que fogem da área de pesquisa; (ii) estudos publicados anteriormente aos últimos 7 anos, com exceção dos clássicos; (iii) estudos repetidos ou que tenham conteúdos similares; nesse caso, será considerado o estudo com data mais recente; e (iv) estudos que não estejam disponíveis gratuitamente para downloads.

3.2. Condução

Para seleção dos artigos de interesse desse mapeamento, os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados da seguinte forma: 1) na leitura do título e palavras chaves; 2) na leitura do resumo; em caso de dúvidas na leitura da introdução e conclusão; e 3) na leitura completa do artigo.

A Tabela 3 apresenta a seleção dos estudos por fonte de pesquisa. As buscas iniciais retornaram 408 artigos. Na primeira seleção, foram excluídos 343 artigos, restando 65 artigos. Na segunda seleção, aplicando os critérios na leitura do abstract, o número de artigos foi reduzido para 21. Ao realizar a leitura integral desses artigos, verificou-se a existência de 8 artigos que apresentavam conteúdos iguais ou similares. Esses artigos foram excluídos, restando ao final um total de 13 artigos.

Tabela 3. Seleção dos estudos

Fontes	Buscas iniciais	1ª seleção	2ª seleção	3ª seleção
IEEE	20	3		1
ACM	45	9		2
Elsevier Scopus	30	15		4
Elsevier ScienceDirect	132	14		1
SpringerLink	77	10		1
Wiley Online Library	92	5		0
Busca Manual	12	9		4
TOTAL	408	65	21	13

O engenho de busca Elsevier Scopus foi o que apresentou o maior número de artigos relevantes, totalizando 4. Na busca manual nos eventos da área também foram encontrados 4 artigos relevantes sendo 2 artigos do SBIE. Dos 13 artigos selecionados para leitura integral, 10 estão em inglês e 3 em português.

4. Discussão dos Resultados

Nessa seção discutiremos a extração das informações relevantes, como a quantidade de estudos publicados na área por ano e as respostas às questões de pesquisa definidas. Conforme os critérios de inclusão, foram considerados os artigos publicados entre 2007 e 2013, com exceção dos estudos clássicos. Conforme a Figura 1, dos 13 artigos analisados, observou-se que 2008 e 2011 tiveram o maior número de publicações, com 3 artigos cada. Foi encontrado um artigo fora do período de análise, de 2005.

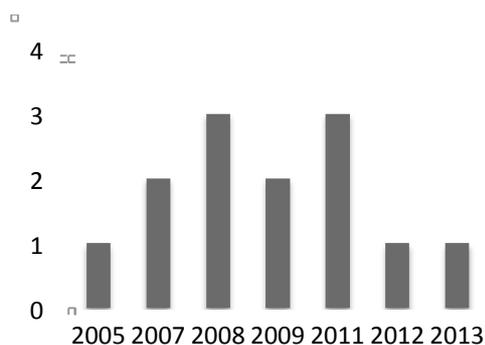


Figura 1. Intensidade das publicações na área nos últimos anos

Na fase de extração das informações foram levantadas as respostas para as questões delineadas no planejamento. Para a questão central: “*Quais tipos de Ontologias estão sendo propostas para o domínio de Aprendizagem Baseada em Problemas?*” e para a QS1 “*Qual o objetivo das ontologias desenvolvidas para PBL?*”, foram extraídas as informações listadas na Tabela 4.

Tabela 4. Tipos de ontologias

Referência	Tipo de ontologia proposta	Objetivo	Avaliação
[Liu e Huang 2005]	Aprendizagem multidisciplinar.	Apoiar a aprendizagem interdisciplinar e o trabalho colaborativo na metodologia PBL.	Estudo de caso
[Souza et al. 2007]	Adaptação de conteúdo.	Prover adaptação de conteúdo a partir de informações capturados do contexto do aluno.	Não avaliada
[Lam-for Work e Ching-Hang 2007]	Adaptação de Recomendação conteúdo	Criação e compartilhamento de objetos de aprendizagem.	Não avaliada
[Jacinto Oliveira 2008]	Formalização do ciclo PBL	Criação de um modelo pedagógico que se especializa em diversas metodologias de ensino, dentre elas PBL.	Não avaliada
[Diez-Rodriguez et al. 2008]	Recomendação de conteúdo	Apoiar a recomendação de conteúdos a partir de conceitos e soluções para o domínio do problema.	Estudo de caso
[Santana et al. 2008]	Representação de termos	Apoiar recomendação de conteúdos a partir de termos médicos definidos na ontologia.	Não avaliada
[Dexter e Davies 2009]	Criação de currículo PBL	Apoiar a criação e manutenção de currículos para metodologia PBL no curso de medicina.	Não avaliada

[Bacca et al. 2009]	Formalização de cônicas e outros	Apoiar uma aplicação de simulação para a representação visual de cônicas, elipses, parábolas, hipérbolas dentre outros, para PBL em matemática.	Não avaliada
[Fontes et al. 2011a]	Representação de termos	Comparar os termos de um determinado problema com palavras digitadas na discussão do problema pelos alunos, a fim de detectar se a discussão está dentro do foco.	Não avaliada
[Fontes et al. 2011b]	Formalização do ciclo PBL	Representação formal do ciclo PBL para reuso em diversas aplicações	Não avaliada
[Jeremić et al. 2011]	Formalização do contexto de aprendizagem	Capturar o contexto do aprendiz e prover apoio a recomendação de conteúdos que auxiliam na resolução de problema em engenharia de software.	Estudo de caso
[Aparício et al. 2012]	Representação de termos	Auxiliar na pesquisa por termos médicos que ajudam no entendimento de um caso clínico na metodologia PBL aplicada a um curso de medicina	Experimento controlado
[Kazi et al. 2013]	Representação de termos	Apoiar recomendação de conteúdo a partir de conceitos e termos médicos definidos em uma ontologia.	Estudo de caso

Dentre as informações extraídas, as ontologias propostas em Santana et al. (2008), Fontes et al. (2011a), Aparício et al. (2012) e Kazi et al. (2013) são ontologias para representar termos ou vocabulário acerca da área ou do problema. Algumas dessas ontologias tem como objetivo final a recomendação de conteúdos. Em Souza et al. (2007), Lam-for Work e Ching-Hang (2007) e Diez-Rodriguez et al. (2008) são propostas ontologias relacionadas a adaptação de conteúdos, criação de objetos e recomendação de objetos de aprendizagem. Nos artigos de Jacinto e Oliveira (2008) e Fontes et. al (2011b), ontologias de formalização da metodologia PBL são propostas. A Figura 2 apresenta graficamente as informações citadas.

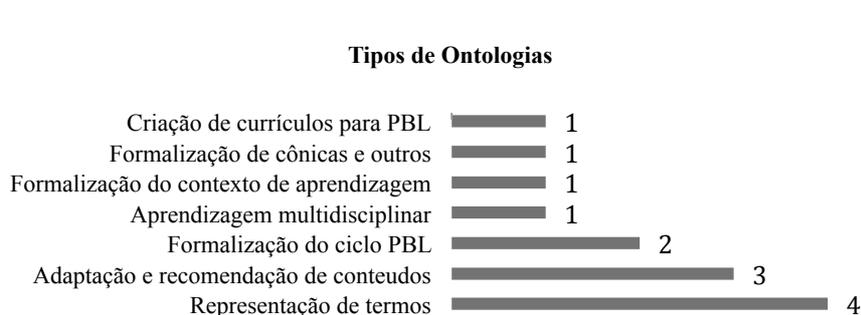


Figura 2. Tipos de ontologias propostas

Para a questão QS2 “De que forma as ontologias desenvolvidas para PBL têm sido avaliadas?”, as seguintes informações foram extraídas: dos 13 artigos analisados, 12 apresentaram a ontologia proposta integrada ou como parte de uma aplicação. Um

artigo apresentou apenas a ontologia. Nem todos os artigos avaliaram a ontologia ou a aplicação proposta, alguns estudos deixaram a avaliação como trabalho futuro. De acordo com a Figura 4, 5 artigos realizaram avaliação, sendo 4 estudos de caso e 1 experimento controlado. Os outros 8 artigos não apresentaram ou não fizeram avaliação.

Para a questão QS3 “*Quais questões de competência têm sido consideradas para o desenvolvimento de Ontologias para PBL?*”, as seguintes informações foram extraídas: todos os artigos apresentaram seus objetivos bem definidos, bem como o objetivo da ontologia, mas nenhum artigo apresentou questões de competência.

Com o baixo número de trabalhos encontrados, é difícil prever tendências. Procurando a relação entre os tipos de ontologias encontradas e o ano de sua publicação, foi elaborado um gráfico de bolhas, apresentado na Figura 3, onde o eixo X apresenta os tipos de ontologias, o eixo Y apresenta o ano de publicação e o tamanho da bolha indica a quantidade de trabalhos. Foram encontrados 4 estudos entre 2008 e 2013 sobre ontologias para representação de termos de um domínio de estudo, apresentando indícios que o desenvolvimento desse tipo de ontologia para PBL tem sido uma tendência nos últimos anos.

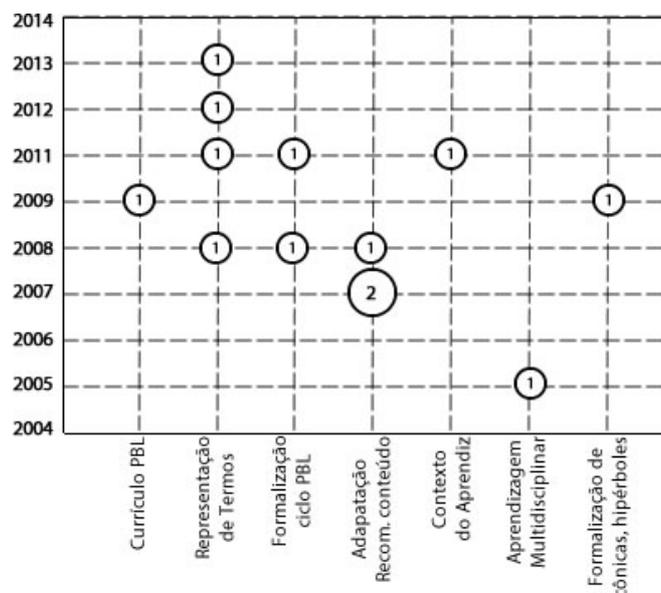


Figura 3. Tipos de ontologias por ano

Para melhor discutir os resultados e encontrar lacunas nas pesquisas, foi elaborado outro gráfico de bolhas, apresentado na Figura 4. O eixo central representa os tipos de ontologias, o eixo da esquerda são as áreas de aplicação das ontologias encontradas e o eixo da direita indica a metodologia de avaliação da ontologia ou do sistema que integra a mesma.

Conforme Figura 4, a maioria das ontologias foi desenvolvida para a área de Medicina, totalizando 5 estudos. Foram encontradas 4 ontologias que podem ser aplicadas a qualquer área de conhecimento e 3 foram desenvolvidas para a área de Computação. Percebe-se que o desenvolvimento de ontologias para PBL em áreas do conhecimento diferentes de Medicina e Computação é uma oportunidade de pesquisa. Com relação à avaliação, observa-se que predomina a realização de estudos de caso, e 8 estudos não avaliaram suas propostas, abrindo oportunidades de avanços em relação aos estudos já realizados.

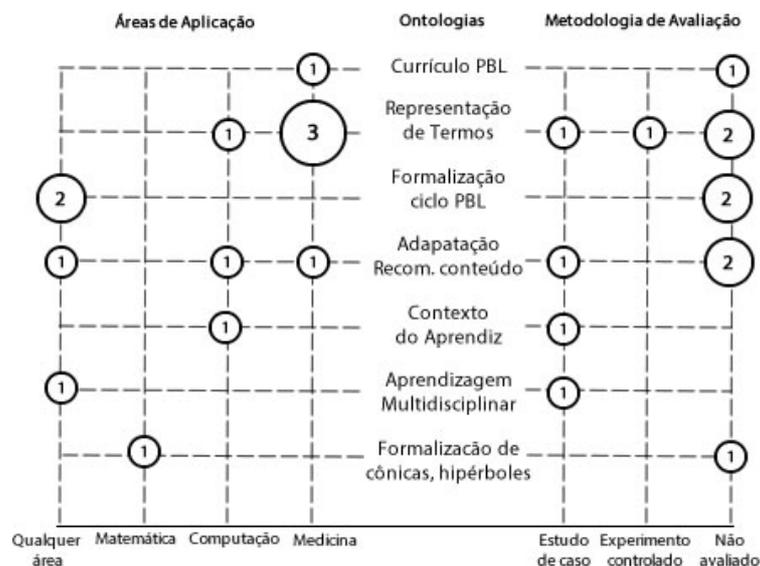


Figura 4. Relação ente os tipos de ontologias, áreas de aplicação e avaliação

Considerando que dos 408 artigos selecionados inicialmente apenas 13 artigos abordam ontologias e PBL, podemos destacar que a existência de poucas ontologias apontam indícios de que esse campo ainda pode ser explorado em pesquisas futuras.

5. Considerações Finais

Esse artigo apresentou um mapeamento sistemático sobre as ontologias relacionadas à metodologia PBL propostas nos últimos 7 anos. Para a realização desse estudo, foi definido um protocolo com as atividades de planejamento e condução da pesquisa. Os critérios definidos no protocolo foram necessários e suficientes para obter os trabalhos necessários que levaram às respostas das questões de pesquisa levantadas, fornecendo uma visão geral das publicações da área, as oportunidades de pesquisas e as ontologias disponíveis para reuso e adaptação.

As principais conclusões desse trabalho são: (i) o desenvolvimento de ontologia para representação de termos tem predominado nos últimos anos; (ii) o desenvolvimento de ontologias para PBL em áreas do conhecimento diferentes de Medicina e Computação é uma oportunidade de pesquisa; (iii) a maioria das ontologias PBL não foram avaliadas, abrindo oportunidades de avanços em relação aos estudos já realizados; (iv) a pequena quantidade de ontologias encontradas para o domínio apontam indícios de que esse campo ainda pode ser explorado.

Embora o mapeamento tenha seguido as diretrizes recomendadas nesse tipo de pesquisa, convém salientar que o mesmo possui algumas limitações que criam oportunidades para trabalhos futuros. A extração das informações dos artigos foi realizada apenas por um pesquisador e não foi realizada uma avaliação da qualidade dos estudos incluídos. Outra limitação é a possibilidade de alguns artigos relevantes terem ficado fora por não estarem disponíveis de forma gratuita.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio recebido para realização dessa pesquisa do Centro de Projetos Fraunhofer para Engenharia de Software e Sistemas da UFBA, uma parceria

conjunta da Sociedade Fraunhofer com a Universidade Federal da Bahia, com apoio do Governo do Estado da Bahia.

Referências

- Aparicio, F., de Buenaga, M., Rubio, M., & Hernando, A. (2012). An intelligent information access system assisting a case based learning methodology evaluated in higher education with medical students. *Computers & Education*, 8(4), 1282-1295.
- Bacca, J. L., Molina, J. A., Cavanzo, G. A., & Guevara, J. C. (2009). Educational simulator of conic sections supported by intelligent agents and semantic web: An example in the development and design of educational simulators for mathematics. In *Frontiers in Education Conference. FIE'09. 39th IEEE* (pp. 1-6). IEEE.
- Borrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New directions for teaching and learning*, (68), 3-12.
- Biolchini, J., Mian, P. G., Natali, A. C. C., & Travassos, G. H. (2005). Systematic review in software engineering. System Engineering and Computer Science Department COPPE/UFRJ, *Technical Report ES*, 679(05), 45.
- Dexter, H., & Davies, I. (2009). An ontology-based curriculum knowledgebase for managing complexity and change. In *Advanced Learning Technologies. ICALT 2009. Ninth IEEE International Conference on* (pp. 136-140). IEEE.
- Diez-Rodriguez, H., Morales-Luna, G., & Olmedo-Aguirre, J.O. (2008). Ontology-based Knowledge Retrieval. Paper presented at the *Seventh Mexican International Conference on Artificial Intelligence*.
- Fontes, L. M., Neto, F. M. M., Pontes, A. Á. A., & de Lima Campos, G. A. (2011a). An agent-based architecture for supporting the workgroups creation and the detection of out-of-context conversation on problem-based learning in virtual learning environments. In *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing* (pp. 1175-1180).
- Fontes, L. M. D. O., Mendes Neto, F. M., & Pontes, A. Á. A. (2011b). OntoPBL: Uma Ontologia de Domínio sobre Aprendizagem Baseada em Problema. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (Vol. 1, No. 1).
- Gaeta, M., Orciuoli, F., & Ritrovato, P. (2009). Advanced ontology management system for personalised e-learning. *Knowledge-Based System.*, v. 22, p. 292-301.
- Gruber, Thomas R. (1993), A Translation Approach to Portable Ontology Specification.
- Hayashi, Y., Isotani, S., Bourdeau, J., & Mizoguchi, R. (2009). Toward a Learning/Instruction Process Model for Facilitating the Instructional Design Cycle. *Proceedings of WCCE*. Bento Gonçalves.
- Heiyanthuduwege, S., & Karunaratne, D. (2007). A learner oriented ontology to make e_ective learning management systems. In: 1st *International Conference on Digital Information Management*, p. 476-481.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). "Problem-based learning: What and how do students learn?". *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.

- Hung, W., Jonassen, D. H., & Liu, R. (2008). Problem-based learning. *Handbook of research on educational communications and technology*, 3, 485-506.
- Jacinto, S. A., & Oliveira, J. M. P. (2008). An ontology-based architecture for Intelligent Tutoring System. *Interdisciplinary Studies in Computer Science*, 19(1), 25-35.
- Jeremić, Z., Jovanović, J., & Gašević, D. (2011). An environment for project-based collaborative learning of software design patterns. *International Journal on Engineering Education*, 27(1), 41-51.
- Kazi, H., Haddawy, P., & Suebnukarn, S. (2013). Clinical reasoning gains in medical PBL: an UMLS based tutoring system. *Journal of Intelligent Information Systems*, 1-16.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007) Guidelines For Performing Systematic Literature Reviews In Software Engineering, *Technical Report Ebse 001*, Keele University And Durham University Joint Report.
- Lam-for Kwok & Ching-hang Cheung. (2007). An ontology-based approach to project-based learning. In *Proceedings of the 10th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education (CATE '07)*, Vladimir Uskov (Ed.). ACTA Press, Anaheim, CA, USA, 389-394.
- Liu, J. S., & Huang, T. K. (2005). A project mediation approach to interdisciplinary learning. In *Advanced Learning Technologies. ICALT 2005. Fifth IEEE International Conference on* (pp. 54-58). IEEE.
- Ribeiro, L. R. (2005). “A aprendizagem baseada em problemas (PBL): Uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores”. *Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos*.
- Silva, M., Barros, H., Veras, D., Pacca, H., Ibert, I., Barros, E., & Silva, A. (2009). Modelando um Sistema Educacional de MMC sob a perspectiva da Web Semântica. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. XX SBIE*. Florianópolis.
- Santana, L. H. Z., de Souza, W. L., & do Prado, A. F. (2008). Um ambiente baseado na web 2.0 para educação médica construtivista. In *Proceedings of the 14th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web* (pp. 12-19). ACM.
- Santos Neto, Martins Fideles dos. (2013). ONTOLIME: Modelo de Ontologia Descrição de Imagens Médicas 207 f. *Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”*.
- Sousa, S. D. O. (2011). Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL–Problem-Based Learning): estratégia para o ensino e aprendizagem de algoritmos e conteúdos computacionais. *Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Ciência e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente*
- Souza, W. L., do Prado, A. F., Guardia, H. C., Biajiz, M., & Anacleto, J. C. (2007). Ambiente de Computação Ubíqua para o Ensino de Medicina baseado em PBL. In *anais do I Workshop on Pervasive and Ubitquitous Computing*. SBC.