

Uma Ontologia para Ambientes Interativos de Aprendizagem

Raphael Holanda¹, Ivo Calado¹, Guilherme Maia¹, Ig Bittencourt², Evandro Costa¹,
Flávio Medeiros¹, Balduino Fonseca¹

¹Instituto de Computação – Universidade Federal do Alagoas (UFAL)
Campus A. C. Simões, BR 104 - Norte, Km 97. Tabuleiro dos Martins - Maceió - AL
CEP: 57072-970

²Centro de Ciências e Tecnologia – Universidade Federal de Campina Grande
Av. Aprígio Veloso, 882 Caixa Postal 10.106 CEP: 58.109-970 Campina Grande - PB

{rfoh, iaarc, jgmm, ibert, evandro, fmm, bfn}@tci.ufal.br

Abstract. *Building Interactive Learning Environment (ILE) can be complex and time-consuming, because several efforts such as environment design until maintenance and test phase. This ILE approach makes the traditional knowledge representation formalism inefficient, being necessary the use of ontologies. This paper proposes an ontology for supporting Interactive Learning Environment. This ontology is modeled in OWL-DL, aiming at support aspects like domain model, student, collaboration and pedagogical, besides the knowledge sharable and standardized. In addition, evaluation of the ontology is showed in order to demonstrates the applicability of the ontology.*

Resumo. *A construção de ambientes interativos de aprendizagem (AIA) pode ser uma tarefa complexa e consumir um tempo considerável, visto que devem ser levados em conta fatores que vão desde o projeto do ambiente até a fase de manutenção e testes. Na criação desses ambientes, o tradicional formalismo de representação de conhecimentos mostra-se ineficiente, sendo então necessário o uso de ontologias. Este artigo propõe uma ontologia para o suporte a ambientes interativos de aprendizagem. A ontologia é modelada em OWL-DL, objetivando o suporte a aspectos como o modelo de domínio, estudante, colaboração e pedagógico, além de estruturá-lo de maneira compartilhável e padronizada. Adicionalmente, uma avaliação da ontologia é apresentada como forma de demonstrar a aplicabilidade da ontologia.*

1. Introdução

A construção de Ambientes Interativos de Aprendizagem pode ser uma difícil tarefa, visto que necessita de esforços para a modelagem do ambiente, a manutenção e sua fase de testes [Manuel Rodrigues and Santos 2005]. Um dos maiores problemas para construção desses ambientes está associado com o formalismo para representação do conhecimento.

A complexidade envolvida no desenvolvimento e manutenção desses ambientes torna o uso dos tradicionais formalismos insuficiente. Sendo assim, o uso de ontologias para representação do conhecimento é uma alternativa relacionados aos ambientes de aprendizagem [Mizoguchi and Bourdeau 2000].

Além disso, a comunidade de AIED tem explorado o uso dos objetos de aprendizagem (através do uso de padrões como o SCORM [Learning 2004]), uma vez que os objetos proveêm algumas características como portabilidade, acessibilidade, durabilidade e interoperabilidade, tornando os ambientes de aprendizagem mais efetivos.

Por outro lado, a World Wide Web mudou a forma como as pessoas interagem entre si e como os negócios são conduzidos. Infelizmente, a maioria do conteúdo presente nas páginas Web são compreendidas apenas pelos humanos. Por esse motivo, a Web Semântica surgiu como um aperfeiçoamento da Web atual, dando semântica as páginas Web, então, assim como os humanos, os agentes computacionais poderão entender o conteúdo presente nas páginas Web.

A principal propriedade da Web Semântica é permitida por um conjunto de agentes quem estabelecem uma poderosa forma de satisfazer os requisitos de um sistema de aprendizagem como, eficiência, adaptação ao processo de aprendizagem, características e necessidades do usuário, estruturação semântica do conteúdo e compartilhamento do conhecimento[Stojanovic et al. 2006].

Neste artigo é proposta uma ontologia para o suporte aos ambientes interativos de aprendizagem. A ontologia foi modelada levando em consideração a Web Semântica e os objetos de aprendizagem, tendo por objetivo prover uma estrutura semântica do modelo domínio, estudante, colaboração, e pedagógico.

2. Trabalhos Relacionados

Os trabalhos relacionados com a ontologia proposta seguem abaixo.

[Zarraonandía et al. 2004] propôs uma arquitetura para Sistemas Tutores Inteligentes com auxílio dos recursos da Web Semântica no qual os seguintes aspectos foram considerados: separação dos componentes, representação de cada componente na arquitetura por uma ontologia específica, uso das ontologias para descrever as adaptações dos modelos e promover uma interoperabilidade entre os componentes.

[Suraweera et al. 2004] propôs uma extensão dos metadados LOM usados na especificação dos objetos de aprendizagem IMS para incorporar novos rótulos para classificação semântica de informações. Contudo, ele não incorpora o suporte ao padrão SCORM, cujo uso atualmente está difundido na comunidade AIED.

[da Silva Jacinto 2006] propôs a composição de uma ontologia de domínio, extração sintática de restrições, aprendizagem semântica de restrições através do especialista de domínio e verificação das restrições geradas. Este sistema é na modelagem de restrições, no entanto não provê um gerenciamento de conteúdo em um nível granular.

Para explorar as limitações apresentadas nos trabalhos relacionados, este artigo propõe uma ontologia para construção de Ambientes Interativos de Aprendizagem, diferenciando todas as fases apresentadas no ambiente, como modelo de domínio, pedagógico, estudante e de colaboração. Além disso, a ontologia tem seu formalismo baseado em OWL[Language 2004] e foi modelado através do estudo de importantes trabalhos da comunidade de AIED.

3. Ontologia Proposta

Objetivando a construção de uma ontologia para Ambientes Interativos de Aprendizagem, é proposta neste artigo uma solução que faz uso de OWL, através da ferramenta protégé [Stanford 2000], levando em consideração aspectos como modelo de domínio, modelo de colaboração, modelo de estudante e modelo pedagógico. Pretende-se efetuar uma integração da ontologia com os objetos de aprendizagem baseados no padrão SCORM.

Nas subseções seguintes, detalhes referentes aos modelos presentes na ontologia são discutidos levando em conta aspectos dos Ambientes Interativos de Aprendizagem/Sistemas Tutores Inteligentes

3.1. Modelo de domínio

O modelo de domínio foi baseado no MATHEMA [de Barros Costa et al. 1998], onde as características do domínio estão estruturados em uma visão multi-dimensional do conhecimento (visão externa), que auxilia a uma visão particionada (conduzindo a uma visão interna) do domínio. A visão externa representa uma interpretação de domínio de uma parte do conhecimento, enquanto que a visão interna representa uma partição do domínio. A abordagem conduz a uma visão tridimensional associada ao domínio, onde os significados das dimensões variam em: contexto, onde depende do ponto de vista da realidade; profundidade, onde depende do grau de refinamento epistemológico; lateralidade, onde depende de uma variação entre o contexto e a profundidade.

Cada partição de D leva a um subdomínio que é mapeado em uma estrutura de currículos. O currículo é composto de unidade pedagógicas (up), como a seguir:

$$Curric = \{pu_1, pu_2, \dots, pu_n\}, \tag{1}$$

Curriculo representa um currículo e seu up_i associado. As unidades são associadas de forma predefinida baseando-se em critérios pedagógicos. Cada up_i corresponde a um conjunto de problemas e cada problema contem conceitos e resultados que auxiliaram a resolução do processo.

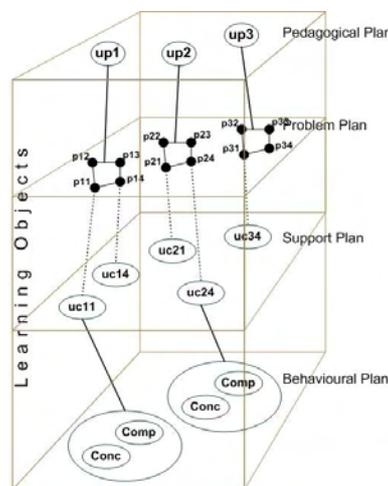


Figura 1. Estrutura Pedagógica do Domínio do Conhecimento.

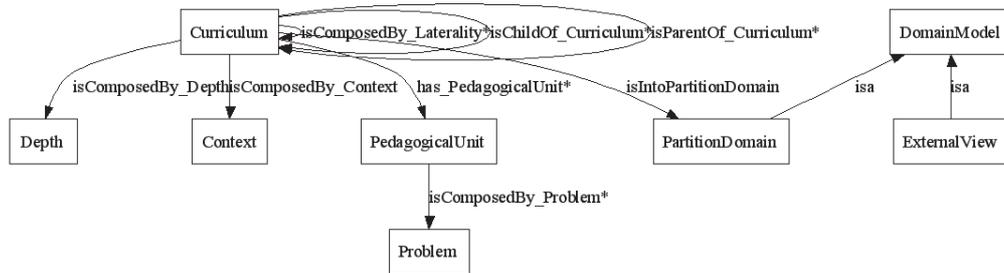


Figura 2. Ontologia do modelo de domínio

Foi necessário efetuar duas alterações no modelo tradicional do MATHEMA para dar suporte aos objetos de aprendizagem SCORM e para os aspectos comportamentais do problema.

O SCORM representa uma solução pedagogicamente neutra para projetistas e implementadores de instruções que objetivam agregar recursos de aprendizagem com o propósito de obter uma experiência de aprendizagem desejável. Ele provê um padrão para busca, importação, compartilhamento, reuso e exportação de unidades de conhecimento. A figura 1 mostra as adaptações na estrutura do domínio de conhecimento.

A integração dos objetos de aprendizagem e do modelo do domínio se deu através do elemento do LOM General.identification. Ou seja, o modelo do domínio possui recursos pedagógicos como conceitos, exemplos, contra-exemplos, entre outros, com isso, estes recursos são estruturados no SCORM e então associados com o modelo.

A construção da ontologia, mostrada na figura 2, foi desenvolvido através da avaliação dos trabalhos [de Barros Costa et al. 1998], [Dillenbourg and Self 1992], [Chen and Mizoguchi 2004], e da integração com o SCORM.

3.2. Modelo do Estudante

O modelo do estudante tem conhecimento sobre *quem será ensinado*, isto é, este modelo conterá informações sobre o estudante a ser ensinado. As informações necessárias para este modelo são i) Informação estática na figura 3: as informações do estudante que não se alteram durante a interação estudante-sistema e ii) Informação Dinâmica na figura 4: as informações do estudante que mudam durante a interação estudante-sistema.

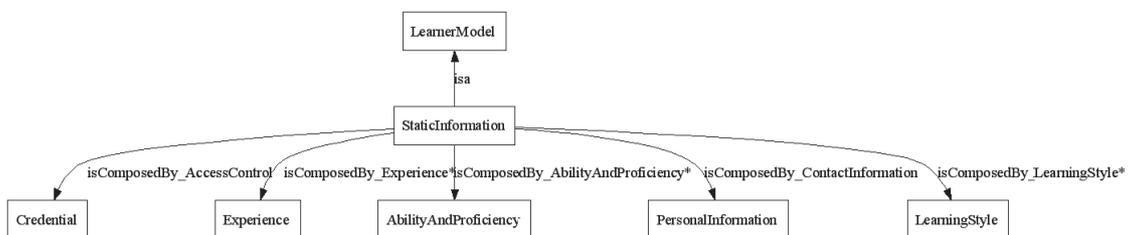


Figura 3. Tipos de Informações Estáticas do Estudante.

3.3. Modelo de Colaboração

O modelo de colaboração refere-se as características identificadas durante o processo de colaboração entre o estudante e o sistema. Ele é equivalente as informações usadas

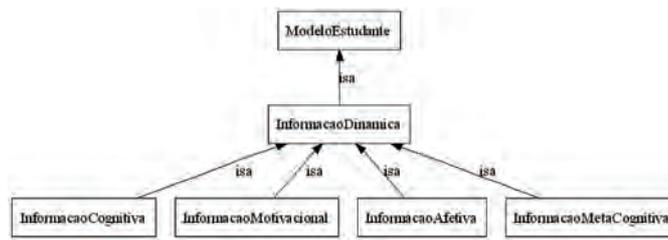


Figura 4. Tipos de Informações Dinâmicas do Estudante.

por grupos, isto é, como os estudantes irão interagir, objetivando a aprendizagem. A construção do modelo de colaboração (figura 5) foi feito através da avaliação dos trabalhos [Barros et al. 2002] e [Barros et al. 2001].

O processo de colaboração faz uso de comunidades virtuais de aprendizagem, em aspectos como as ferramentas usadas na comunidade, as regras que comandam a comunidade e as atividades relacionadas com o tema/descrição da comunidade.

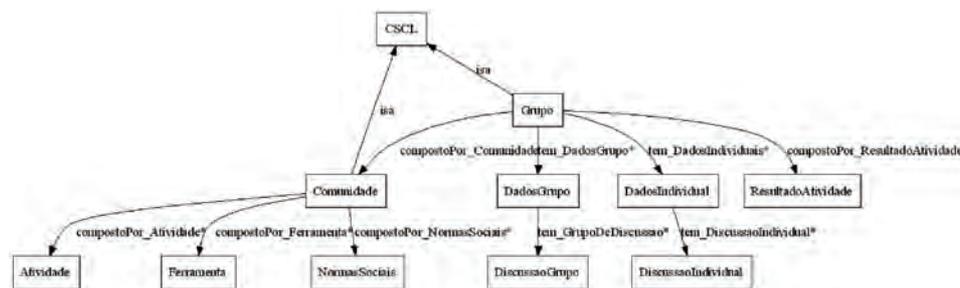


Figura 5. Consulta de Informações para Modelo de Colaboração.

3.4. Modelo Pedagógico

É o conhecimento sobre como ensinar, isto é, como a interação será conduzida. Geralmente a interação ocorrerá através de um plano de instrução que leva em conta aspectos cognitivos do estudante. A literatura tem desenvolvido modelos pedagógicos considerando estratégias de ensino e táticas [Giraffa 1999],[Kumar et al. 2004] e [du Boulay and Luckin 2001]. Estratégias podem ser definidas como um elaborado e sistemático plano de ação construído por um instrutor baseado na teoria educacional e seus entendimentos dos objetivos dos estudantes e o domínio que eles estão instruindo.

Então, as estratégias pedagógicas referem-se ao conhecimento sobre como ensinar, através do uso de métodos de ensino e técnicas, de forma a serem usados para o entendimento dos objetivos do ensino-aprendizagem. Enquanto que as táticas são esquemas sobre as formas de tutoria, que são resultados dos efeitos gerados pelas estratégias.

Através da avaliação epistemológica das estratégias, pode ser observado que o desenvolvimento de estratégias[du Boulay and Luckin 2001], acontece de três maneiras. Observando os tutores humanos, usando teorias de aprendizagem para derivar teorias de ensino ou através da observação do humano ou estudante artificial. Além das estratégias descritas, alguma táticas existentes podem ser usadas, como: conceitualização de termos; uso de atividades práticas fazendo uso de dicas ou ou-

tros tipos de ajuda; uma uma apresentação de como os recursos são abordados; criando propostas através de um objetivo, usando generalizações e outras; abordando as justificativas através de casos transparentes, procedimentos equivalentes, etc. A construção do modelo pedagógico (figura 6) foi feita através da avaliação dos trabalhos [Kumar et al. 2004],[du Boulay and Luckin 2001] e [Major et al. 1997].

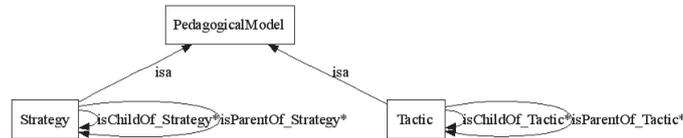


Figura 6. Ontologia do Modelo Pedagógico.

3.5. Avaliação

Foram demonstrados resultados positivos no que concerne a facilidade e efetividade na construção de uma aplicação de Sistema Tutor Inteligente. A ontologia está sendo usada na Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e na Universidade Católica de Brasília (UCB). Uma aplicação em medicina[Bittencourt et al. 2006a] (figura 7) está sendo usada na UFAL e na UCB. Um outra aplicação em domínio legal[Bittencourt et al. 2006b](figura 8) foi desenvolvida e está sendo usada na UFAL.



Figura 7. Aplicação no Domínio de Medicina Desenvolvido na UFAL e na UCB

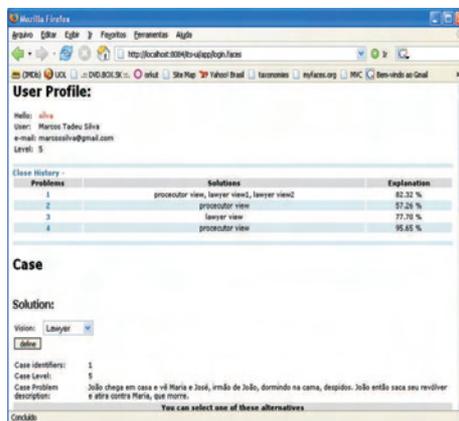


Figura 8. Aplicação em Domínio Legal Desenvolvido na UFAL

Estudantes e professores da UFAL e da UCB estão avaliando o sistema dando um *feedback* a equipe desenvolvedora.

O principal ganho identificado com o uso da ontologia foi: i) autor (professor): o domínio pode ser construído facilmente e rapidamente sem a assistência de um desenvolvedor e ii) estudante: o ganho na satisfação do estudante em utilizar um sistema web com boa usabilidade e variedade de recursos de conhecimento.

Contudo, as principais dificuldades identificadas foram:

- Versões de ontologias: como as universidades (UFAL e UCB) estão em diferentes lugares, cada possui sua própria ontologia. Então, quando uma ontologia é modificada a outra torna-se desatualizada. A solução encontrada foi o uso do plugin para o Protégé chamado PromptTab que é usado para comparar ontologias. Após a comparação, a ontologia desatualizada é atualizada e documentada;
- Lentidão: o uso de ontologias por agentes fazem o processo de persistência um processo realmente lento. A melhor solução encontrada foi a utilização de um computador com maior poder de processamento;
- A ontologia troca informações através de Jade mensagens: um sério problema é a troca de objetos da ontologia através das mensagens Jade, porque o objeto poder tornar-se null quando ele chega ao local de destino. Então, uma região para troca de mensagem foi desenvolvido e o controle é efetuado um algoritmo de semáforo.

4. Conclusão

Este artigo propôs uma ontologia para construção de Ambientes Interativos de Aprendizagem. A ontologia foi desenvolvida usando a tecnologia Protégé e OWL-DL. Foram considerados aspectos fundamentais dos Ambientes Interativos de Aprendizagem como modelo de domínio, estudante, pedagógico, e colaboração. A ontologia proposta contribui para o desenvolvimento da Ciência da Computação na Educação em i) Ambientes Interativos de Aprendizagem, porque a ontologia foi modelada levando em consideração inseridos nessa área de pesquisa e ii) Inteligência Artificial na Educação, porque a solução trata-se de uma ontologia OWL-DL, que dá suporte à Web Semântica.

Referências

- Barros, B., Verdejo, M. F., and Mizoguchi, R. (2001). A platform for collaboration analysis in cscl. an ontological approach. In *Artificial Intelligence in Education AIED, San Antonio, USA*, pages 530–532. IOS Press.
- Barros, B., Verdejo, M. F., Read, T., and Mizoguchi, R. (2002). Applications of a collaborative learning ontology. *MICAI'2002 Mexican International Conference on Artificial Intelligence*, pages 301–310.
- Bittencourt, I. I., Rocha, R. T., Abreu, C. G., Pinho, R., Ferneda, E., de B. Costa Lourdes M. Brasil, E., and da Silba, A. P. B. (2006a). Um sistema tutor inteligente multiagentes em anatomia Óssea do crânio. In *Publicação aceita no Congresso Brasileiro de Informática Biomédica*.
- Bittencourt, I. I., Tadeu, M., Costa, E., Nunes, R., and Silva, A. (2006b). Combining ai techniques into a legal agent-based intelligent tutoring system. In *Eighteenth International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering - SEKE, 2006, San Francisco*, volume 18, pages 35–40.

- Chen, W. and Mizoguchi, R. (2004). Learner model ontology and learner model agent. *Cognitive Support for Learning - Imagining the Unknown*, pages 189–200.
- da Silva Jacinto, A. (2006). Uma arquitetura para sistemas tutores inteligentes apoiada por fundamentos de web semântica. Master's thesis, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, curso de Engenharia Eletrônica e Computação.
- de Barros Costa, E., Perkusich, A., and Ferneda, E. (1998). From a tridimensional view of domain knowledge to multi-agents tutoring systems. *Lecture Notes in Artificial Intelligence, 1515, Springer, Berlin, Germany*, pages 61–72.
- Dillenbourg, P. and Self, J. (1992). A framework for learner modelling. *Interactive Learning Environments*, 2:111–137.
- du Boulay, B. and Luckin, R. (2001). Modelling human teaching tactics and strategies for tutoring systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 12:235–256.
- Giraffa, L. M. M. (1999). *Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais*. PhD thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Kumar, V., Shakya, J., Groeneboer, C., and Chu, S. (2004). Toward an ontology of teaching strategies. In *Proceedings of the ITS'04 Workshop on Modelling Human Teaching Tactics and Strategies, Maceió, 2004*, pages 71–80.
- Language, O. W. O. (2004). Owl. <http://www.w3.org/TR/owl-guide/m>.
- Learning, A. D. (2004). Scorm. <http://www.adlnet.gov/downloads/272.cfm>.
- Major, N., Ainsworth, S., and Wood, D. (1997). Redeem: Exploiting symbiosis between psychology and authoring environments. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 8:317–340.
- Manuel Rodrigues, P. N. and Santos, M. F. (2005). Future challenges in intelligent tutoring systems - a framework. *m-ICTE2005 3rd International Conference on Multimedia IOS Press Style Sample and Information and Communication Technologies in Education. FORMATEX*.
- Mizoguchi, R. and Bourdeau, J. (2000). Using ontological engineering to overcome common ai-ed problems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 11(2):107–121.
- Stanford (2000). Protégé ontology editor and knowledge acquisition system. <http://protege.stanford.edu>.
- Stojanovic, L., Staab, S., and Studer, R. (2006). e-learning based on the semantic web. In *DRTC Conference on ICT for facilitating Digital Learning Environment*, Bangalore, India. Documentation Research and Training Centre.
- Suraweera, P., Mitrovic, A., and Martn, B. (2004). The use of ontologies in its domain knowledge authoring. In *VII International Conference on Intelligent Tutoring Systems*.
- Zarraonandía, T., J.M., D., P., D., and A., S. (2004). Domain ontologies integration into the learning objects annotation process. In *VII International Conference on Intelligent Tutoring Systems*.