

Ontologia baseada em Objetos de Aprendizagem na definição de Conteúdos de uma Rede Social Acadêmica

Douglas M. Brito¹, Parcilene F. Brito¹, Edeilson M. Silva²

¹Curso de Sistemas de Informação – Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA)

Caixa Postal 160 – 77019-900 – Palmas – TO – Brazil

²Centro de Informática – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) Caixa Postal Caixa Postal 7851 – 50732-970 – Recife – PE – Brazil

{douglas44,parcilene}@ceulp.edu.br, ems5@cin.ufpe.br

Resumo. *A busca por meios que auxiliam o processo de ensino-aprendizagem têm impulsionado os especialistas a utilizarem/criarem ferramentas computacionais vinculadas à web como forma de proporcionar uma maior autonomia no ensino. A implantação de uma rede social acadêmica em uma instituição de ensino tende a contribuir para esse processo, pois favorece a colaboração e permite que o discente crie ambientes dinâmicos de estudo. O presente trabalho consiste em apresentar a definição e implementação de Objetos de Aprendizagem para o módulo “Material Didático” de uma Rede Social Acadêmica (Konnen), tendo como base a utilização de um conjunto de metadados usados para compor uma ontologia do domínio de forma a contextualizar seus objetos.*

Abstract: *The search for methods that help the teaching-learning process has encouraged the experts to use/create web tools as a way to provide greater autonomy in teaching activity. The establishment of an Academic Social Network (ASN) in an Educational Institution tends to contribute to the teaching-learning process because it facilitates collaboration and allows students to create dynamic study environments. This paper presents the definition and development of Learning Objects (LO) into the module “Didactics Material” of an ASN (named Konnen) based on the use of metadata to define the domain ontology that contextualize the objects.*

1. Introdução

O aumento significativo de usuários da internet tem popularizado a utilização de novas tecnologias que apoiam as ações em ambientes acadêmicos e possibilitam novas formas de ensino-aprendizagem. Associando os recursos tecnológicos, que as Tecnologias de Informação e Comunicação disponibilizam, com o conceito de Objetos de Aprendizagem (OA) (WILEY, 2002) é possível desenvolver materiais educacionais que apoiem o processo de ensino-aprendizagem por meio da web. Assim, a internet pode maximizar esse processo e ser um meio eficiente para disseminação de técnicas didáticas.

Ambientes propícios que retêm o conhecimento das pessoas, e que vêm despertando o interesse dos estudiosos da área de computação, são os ambientes baseados em redes sociais, já que têm a capacidade de representar a estrutura base da sociedade proveniente das relações sociais no “mundo” virtual (SILVA, 2009 e 2011).

As plataformas baseadas em redes sociais estabelecem um processo social em que as pessoas participam na criação e compartilhamento de conhecimento e propiciam um ambiente em que estas mesmas pessoas possam aprender umas com as outras. Assim, a possibilidade real das pessoas interagirem umas com as outras atua como um estímulo à colaboração e, conseqüentemente, à produção de conhecimento.

Mas para que as redes sociais possam contribuir na definição de ambientes educacionais mais efetivos é necessário que haja um entendimento dos elementos que as compõem e das relações que são formadas a partir delas. Para que exista uma representação do contexto, tanto para o usuário final, quanto para o sistema, utilizou-se, nesse trabalho, o conceito de Ontologia, de forma a realizar a representação semântica dos dados e criar axiomas a partir de informações contidas no sistema. Assim, a partir da agregação desse conceito, é possível criar estratégias computacionais para a identificação de grupos de metadados de objetos de aprendizagem, dando-lhes sentido de acordo com seu contexto.

Este trabalho tem como objetivo definir os metadados que estabelecerão os objetos de aprendizagem, de forma a alicerçar a definição da ontologia dos materiais didáticos de uma rede social acadêmica - *Konnen (Knowledge Organization in a Network Native ENvironment)*.

O presente artigo está organizado da seguinte forma: seção 2 apresenta conceitos referentes a Objetos de Aprendizagem, que vão desde a sua definição, sob a visão de diferentes autores, até a apresentação de um padrão para representação de Metadados de Objeto de Aprendizagem (LOM - *Learning Object Metadata*); a seção 3 apresenta conceitos pertinentes à Ontologia, uma alternativa para representação de contextos (domínios) e trabalhos relacionados; a seção 4 apresenta a Metodologia que foi utilizada para o desenvolvimento do trabalho; já a seção 5 mostra como os metadados que estabelecem os OAs e a Ontologia para a representação do contexto foram definidos; e, por fim, na seção 7 são apresentadas as Considerações Finais.

2. Objeto de Aprendizagem

Na literatura são apresentadas diversas definições para o termo Objeto de Aprendizagem (OA), que mesmo tendo suas particularidades, compartilham um objetivo semelhante, que é apoiar o processo de ensino e aprendizagem. L'Allier (1997, online) define OA “como a menor experiência de estrutura autônoma que contém um objetivo, uma atividade de aprendizagem e uma avaliação”, Já a definição proposta pela IEEE (2001, p.4) estabelece que “um Objeto de Aprendizagem é qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser usada para o aprendizado, educação ou treinamento”. A primeira definição apoia-se no conceito da autonomia a partir do tripé “objetivo, atividade e avaliação”, e a segunda fornece uma abrangência maior ao conceito de OA, desvinculando-o do meio (digital ou não) e indicando os contextos para sua aplicação.

Wiley (2002, p.7) conceitua OA como “qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para apoiar a aprendizagem.”. Esta definição inclui qualquer objeto que possa ser disponibilizado através da internet cuja sistematização ocorre em categorias: (1) pequenos recursos digitais reutilizáveis, que são entidades mais simples como uma imagem, um vídeo, um texto; e (2) grandes recursos digitais reutilizáveis, que podem

ser objetos mais elaborados como uma página (contendo vários tipos de mídias), um portal de ensino, dentre outros.

De uma forma geral, espera-se que um OA possa propiciar a criação de ambientes autônomos de aprendizagem. Para tanto, é necessário tanto uma sistematização das características desses elementos, quanto a possibilidade de sua reutilização em diversos contextos. Para que os recursos digitais possam ser considerados OA e inseridos em um ambiente de aprendizagem, devem possuir algumas características básicas: reusabilidade, adaptabilidade, granularidade, acessibilidade, durabilidade e interoperabilidade.

Há um padrão criado pela IEEE voltado para OA, o LOM (*Learning Object Metadata*), que é definido como “um elemento de dados para o qual o nome, a explicação, o tamanho, ordenação, espaço de valor e tipo de dados são definidos nesta norma” (IEEE, 2002, p. 5). O LOM é estruturado em uma série de categorias, por exemplo, Geral, Educacional, Anotação, Classificação, Ciclo de Vida, Técnico. As categorias Geral e Educacional, por serem as mais relevantes para o trabalho, são apresentadas de forma mais detalhada a seguir.

A categoria Geral é composta pelo elemento Identificador, o rótulo exclusivo para identificar o OA. Este elemento apresenta dois valores: Catálogo, que informa o nome ou designação da identificação, por exemplo, URI (*Identificador Uniforme de Recursos*) e Entrada, que é o valor do identificador. O segundo elemento, o Título, corresponde ao nome atribuído ao OA, por exemplo, “Modelo de maturidade CMMI e MPS-BR”. O elemento Descrição consiste na especificação textual do conteúdo do OA. Esta descrição deve ser feita de forma apropriada para atingir o grau de entendimento do usuário sobre determinado assunto, por exemplo, se o OA é voltado para um usuário que cursa os últimos períodos de um curso tecnológico, pode ser considerado que o seu grau de conhecimento sobre um assunto específico da área seja elevado, então é possível utilizar termos técnicos mais complexos na descrição do seu conteúdo. A Cobertura é a região geográfica, o tipo de cultura, o período ou jurisdição do OA. A Estrutura, que é o elemento mais complexo da categoria Geral, consiste na forma de organização do OA e é definida pelos seguintes valores: atômica (um objeto que é indivisível, sem relacionamentos); coleção (um conjunto de objetos que possuem alguma característica em comum, mas que não têm relação de hierarquia); em rede (um conjunto de objetos interligados entre si); hierárquica (um conjunto de objetos cujos relacionamentos podem ser representados por uma estrutura de árvore); linear (um conjunto de objetos ordenados).

A categoria Educacional descreve as características pedagógicas do Objeto de Aprendizagem. O primeiro elemento desta categoria é Tipo de Interatividade, que é definido por um dos três tipos de recursos: ativo, expositivo e misto. O recurso tem relação com a forma de interação entre o usuário e o OA, assim, tem-se que um objeto Ativo induz o usuário a uma ação produtiva ou de decisão, por exemplo, faz com que ele realize simulados, questionários e exercícios; Expositivo dá ao usuário somente a opção de observador do OA; e Misto, a junção dos dois recursos, por exemplo, um vídeo com um *chat* agregado. No elemento Tipo de Recurso de Aprendizagem é especificada a metodologia utilizada pelo OA. Já o elemento Densidade Semântica armazena o grau de concisão de um Objeto de Aprendizagem. A densidade semântica é

independente da dificuldade de aprendizado. Na maioria das vezes, documentos concisos podem ter uma alta densidade semântica se agregarem muita informação. O Papel Destinado indica o perfil do usuário para o qual o OA foi projetado, por exemplo, professor, aluno. O Contexto descreve o universo do OA. São sugeridos alguns contextos, como: escola, ensino superior, treinamento, entre outros. Tem-se, ainda, a informação da faixa etária a qual se destina o OA, bem como o seu nível de dificuldade. É também sugerido que informe o Tempo de Aprendizado necessário para compreender e trabalhar com o conceito ou atividade que compõem o OA. E, por último, uma descrição de como tais OAs podem ser utilizados no processo de ensino-aprendizagem.

3 Ontologia e Trabalhos Relacionados

De acordo com Staab e Stuber (2004), “ontologias consistem de conceitos (classes), relações (propriedades), instâncias e axiomas. Assim, de uma forma sucinta, uma ontologia pode ser considerada uma 4-tupla $\langle C, R, I, A \rangle$, onde C é um conjunto de conceitos, R um conjunto de relações, I um conjunto de instâncias e A um conjunto de axiomas.”. Essa definição é semelhante a encontrada em Noy e McGuinness (2001, p. 3 e 4), que apresenta o desenvolvimento de uma ontologia a partir das seguintes etapas: definição das Classes; organização das Classes em uma Taxonomia; definição dos *slots* (propriedade de cada conceito/classe) e descrição dos seus valores permitidos; preenchimento dos valores para os *slots* e para as instâncias. A partir disso, pode-se criar uma base de conhecimentos através da definição de instâncias individuais dessas classes, do preenchimento das informações específicas e restrições dos *slots* adicionais.

O OntoLo (Wang, Fang e Fan 2008) é uma Ontologia para Objetos de Aprendizagem, desenvolvido na ferramenta Protégé¹ e na linguagem OWL (MCGUINNESS e HARMELEN, 2004), em que o principal objetivo é propiciar aos OAs uma melhoria na característica de reusabilidade, de forma a facilitar o processo de compartilhamento. Para isso, os autores combinaram os conceitos de Metadados de OA e Ontologia para a definição de uma Ontologia baseada na Descrição de Objetos de Aprendizagem (OntoLo), já que a definição de conteúdos de aprendizagem disponibilizados em ambientes educacionais virtuais devem possuir níveis de organização e acesso facilitados, de forma a contribuir para o aprendizado. Segundo os autores, há na literatura diversos padrões de metadados de OA, só que com algumas limitações, por exemplo, a ausência de raciocínio (inferências) ou reusabilidade, problema resolvido pela OntoLo, uma vez que ambos os conceitos, metadados de OA e Ontologia, foram unidos.

Outro trabalho relacionado é o apresentado em Lee et al. (2005) que trata de uma ontologia intitulada JLOO (*Java Learning Object Ontology*), que se propõe a ser um guia para estratégias de aprendizagem dos conceitos fundamentais da Linguagem de Programação Java. Assim, tendo como exemplo a definição de elementos que podem ser modelados para o entendimento da Linguagem de Programação Java, tem-se a exemplificação de alguns conceitos que podem facilitar a aprendizagem em outros domínios de conhecimento. JLOO baseia-se na definição dada por Gagne (1985, online), o termo “Objeto de Aprendizagem” pode ser definido como a Representação do Conhecimento Declarativo, que por sua vez seriam conhecimentos de “fatos”,

¹ <http://protege.stanford.edu>

“conceitos”, “princípios” e “modelo mental”, criando relações entre os quatro tipos de conhecimentos com os conceitos básicos da Linguagem de Programação Java.

O trabalho em questão assemelha-se ao OntoLo no que tange a uma de suas finalidades, que é propiciar a representação de um ambiente no qual inferências relativas ao processo de ensino-aprendizagem sejam apresentadas mediante a formalização do domínio, mas difere deste no que tange à forma de desenvolvimento, pois não foi utilizada uma linguagem específica de ontologia. Desta forma, há uma tendência de melhoria na performance, uma vez que o desempenho no acesso aos dados em um modelo relacional é superior se comparado à velocidade de acesso em um documento texto utilizado para a representação de ontologias por meio linguagem ontológica (e.g. OWL - *Web Ontology Language*). Já a JLOO proporcionou uma visão prática de uma ontologia baseada em um domínio, o que contribuiu para o processo de representação dos axiomas.

4. Metodologia

Quanto à finalidade metodológica, a pesquisa – em questão – tem caráter aplicado, pois busca-se a partir do conhecimento de um domínio desenvolver um módulo de um sistema computacional. Quanto à sua natureza, a abordagem da pesquisa é de cunho qualitativo já que está baseada em uma relação dinâmica entre um dado contexto e os sujeitos imersos nele. Seu objetivo metodológico é do tipo exploratório, com realização de entrevistas com pessoas que tem experiências práticas com o problema pesquisado, de forma a entender o contexto do módulo a ser desenvolvido. Desta forma, os procedimentos realizados na pesquisa foram: (1) o claro entendimento dos conceitos objeto de aprendizagem, LOM e ontologia, além da relação entre eles; (2) constantes entrevistas com os professores pesquisadores responsáveis pelo *Konnen*; (3) esta pesquisa foi primordial para as definições dos elementos utilizados nos metadados dos OA; (4) entrevistas com especialistas de domínio para a definição dos elementos relacionados ao conceito de OA que foram adicionados aos materiais didáticos e dos axiomas iniciais da Ontologia; (5) o entendimento do modelo adotado para o desenvolvimento da ontologia (<C, R, I, A>) em relação ao módulo do sistema desenvolvido e o levantamento, por meio de pesquisas junto aos pesquisadores responsáveis pelo projeto, dos requisitos funcionais e não funcionais – estes requisitos foram formalizados através de um formato comumente explorado na Engenharia de Software (modelo de Caso de Uso Expandido ou *User Stories*); (6) após a definição dos requisitos foi realizada a modelagem do módulo, a partir da definição e criação dos específicos artefatos do software; (7) foi realizada a prototipação do sistema, a partir da criação dos *screenshots* – esta definição foi constantemente validada junto a um grupo de usuários, para que a interatividade no sistema pudesse ser explorada com eficácia; (8) com a conclusão dos itens anteriores, foi possível realizar a etapa de desenvolvimento (codificação) do módulo *intitulado Content* – neste desenvolvimento, foi adotado o padrão de arquitetura de software HMVC (*Hierarchical Model-View-Controller*); (9) uma vez que o desenvolvimento foi concluído, fez-se necessário a realização de testes, foram eles: Testes de Unidade na lógica de negócio a partir da técnica TDD - *Test Driven Development*; Testes de Usabilidade com os usuários e responsáveis, em que todos envolvidos relataram os *bugs* e sugestões no *Redmine* – uma aplicação web para gerência de projetos; (10) por fim, foram realizadas correções dos *bugs* detectados

durantes os testes – esta etapa de testes e correções dos *bugs* ocorreram sucessivas vezes, até que uma versão estável do software desenvolvido pudesse ter sido liberada.

5. Representação de Conteúdos como Objetos de Aprendizagem e Ontologia na representação do Contexto

Das categorias relacionadas no LOM, foram implementados os elementos presentes na Figura 1. Para cada categoria, foi criada uma entidade no banco de dados e, para cada elemento, definiu-se a forma de entrada dos dados (usuário ou sistema). Para o preenchimento dos elementos que compõem as categorias do metadado do OA, priorizou-se que a maior parte das tarefas fosse realizada automaticamente pelo sistema, de forma que não sobrecarregasse o usuário no preenchimento dos dados.

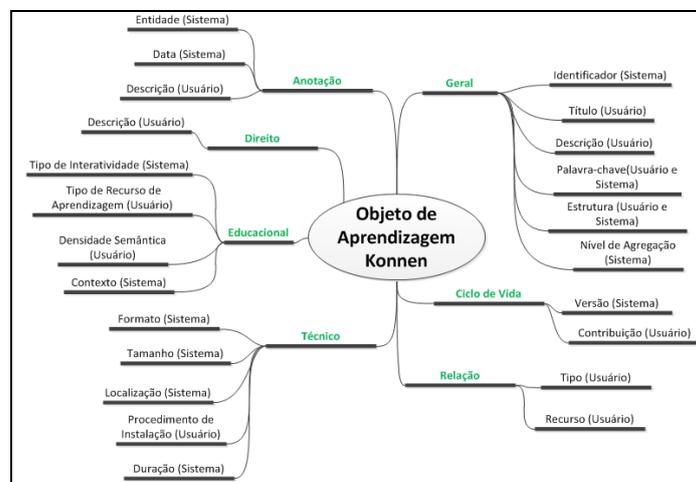


Figura 1. Estrutura do Metadado de Objeto de Aprendizagem baseado no LOM.

Na Figura 2, é apresentada a área inicial do Gerenciador de Conteúdo – Parte de inserção de dados, na qual verificam-se as entradas para as informações que comporão os metadados do LOM (Figura 2, B). Deve-se considerar que algumas informações técnicas, por exemplo, tamanho, formato e duração de um vídeo, são apresentadas automaticamente pelo sistema. O cenário apresentado na figura indica que, se o usuário é o professor da disciplina “Sistemas Operacionais” e deseja criar uma sequência de estudos, poderá na coleção relativa à Disciplina, criar uma série linear dos Objetos de Aprendizagem (Figura 2, A). Essa série considerará a hierarquia do conteúdo, bem como, em cada nível, sua linearidade.



Figura 2. Tela Inicial – Informações sobre os Objetos de Aprendizagem

das classes, das relações e instâncias. A representação deste contexto foi realizada com o uso das categorias e elementos do LOM, a partir de uma representação em um modelo relacional. Assim, a ontologia pode ser compreendida a partir da seguinte exemplificação: o conjunto de conceito <C> passa a ser criado no momento em que são adicionados grupos na rede social acadêmica. Para os grupos, são atribuídos tipos (instituição, curso, disciplina e turma). Assim, podem ser estabelecidas relações, por exemplo, se uma disciplina, ao ser criada, é vinculada a um curso, passa a existir uma relação <R> entre esses dois grupos, curso \supset disciplina. Já o elemento “instância” da 4-tupla <I> passa a existir no momento em que um usuário cria um conteúdo. O elemento <A> da estrutura de ontologia existirá por meio de inferências estabelecidas no domínio. A seção a seguir explicará o processo de definição de alguns dos axiomas do contexto.

5.1. Axiomas

Os axiomas definidos nesta seção foram estabelecidos em reuniões com especialistas do domínio (coordenadores de ensino de uma instituição) e foram implementados como uma *view*, ou seja, uma tabela virtual, que permite o estabelecimento de relações e restrições entre as diferentes entidades (tabelas) do modelo relacional.

A partir de pesquisas realizadas na literatura (JAPIASSU, 1976, FAZENDA, 2009, KLEIN, 2004), percebeu-se que há constantes revisões conceituais dos termos “interdisciplinaridade”, “multidisciplinaridade” e “transversalidade”, que são usados nesse trabalho. Assim, optou-se, por sugestão dos especialistas, em adotar uma característica de cada conceito para o estabelecimento dos axiomas. Isso pode ser revisto em versões futuras dos axiomas da ontologia. O diagrama apresentado na Figura 6 exemplifica o axioma “interdisciplinaridade”.



Figura 6. Diagrama que define a relação Interdisciplinaridade

No que se refere à relação de interdisciplinaridade, a Figura 6 apresenta o seguinte axioma: todo objeto (ex.: Diagrama de Caso de Uso) relacionado a mais de uma disciplina é equivalente a um objeto interdisciplinar, assim tem-se a interdisciplinaridade, por exemplo, quando há uma intersecção entre duas disciplinas (Modelagem de Sistemas de Informação e Desenvolvimento de Sistemas de Informação) de um mesmo curso (Sistemas de Informação).

Em outra situação, tem-se que, no momento em que um material é vinculado a mais de uma disciplina de cursos distintos, é inferida a relação de “multidisciplinaridade”, que se refere ao fato de duas ou mais disciplinas compartilharem um mesmo conteúdo, sem necessariamente integrar resultados ou seguir metodologias semelhantes. Na figura 7 é apresentada uma exemplificação desse axioma: todo objeto relacionado a mais de um curso é equivalente a um objeto multidisciplinar.



Figura 7. Diagrama que define a relação Multidisciplinaridade

Em outro cenário, verifica-se que, no momento em que um material é vinculado a mais de uma disciplina de um mesmo curso, totalizando em, no mínimo, 70% das disciplinas (porcentagem usada como teste e sugerida pelo especialista do domínio), é inferida a relação de “transversalidade”, que é a inserção de uma temática ou conteúdo de forma transversal em todos os períodos que compõem um curso.

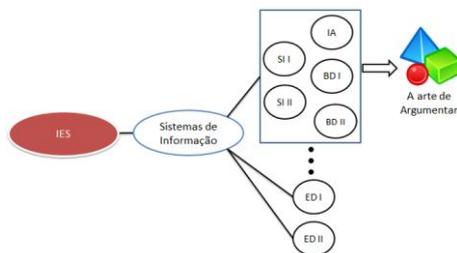


Figura 8. Diagrama que define a relação Transversalidade

6. Considerações Finais

Um dos pontos para o qual este trabalho foi direcionado consistiu na definição dos metadados dos objetos de aprendizagem, de forma a alicerçar uma ontologia de materiais didáticos de uma rede social acadêmica. Com a utilização de objetos de aprendizagem a partir de uma ontologia, foi possível ter um entendimento amplo das propriedades e características das classes e relacionamentos existentes em um contexto, podendo realizar inferências sobre aspectos relevantes que auxiliarão no processo de ensino-aprendizagem e na gestão dos cursos.

A partir do desenvolvimento do trabalho, foi possível verificar a importância de um especialista de domínio para definição da Ontologia e seus axiomas, pois esse módulo apresenta um alto nível de complexidade. Sobre essa temática, compreendeu-se, também, que os axiomas definidos servem como subsídios para o entendimento da estruturação desse conceito, mas ainda é necessário uma reflexão maior sobre os elementos que compõem o domínio para se ter conhecimento suficiente para a definição de outros axiomas. Para tanto, é necessário que haja uma intersecção de profissionais da área de educação e computação, pois o conhecimento que pode ser formalizado a partir do domínio requer um entendimento aprofundado do contexto e dos processos que permeiam o meio acadêmico.

Como propostas para trabalhos futuros, podem ser citadas: definição e implementação de novos axiomas para o domínio; utilização de técnicas de *Text Mining* para que a avaliação sobre a densidade semântica do objeto seja realizada automaticamente pelo sistema; realização de pesquisas para o desenvolvimento de interfaces adaptativas, que considerem tanto os dados que compõem os objetos de aprendizagem e o domínio definido pela ontologia, quanto as preferências do usuário; utilização da ontologia dos Objetos de Aprendizagem de forma a aprimorar a definição de seqüências de aprendizagem.

Referências

- FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade na formação de professores. *Revista Brasileira de Docência, Ensino e Pesquisa em Administração* - ISSN 1984-5294 - Vol. 1, n. 1, p.24-32, Maio/2009.
- GAGNE, R., *The conditions of learning*, New York: Holt, Rhinehart and Winston, 1985.
- IEEE. Learning Technology Standards Committee (LTSC) Draft Standard for Learning Object Metadata Version 6.1. 2001
- IEEE. Learning Technology Standards Committee. IEEE 1484.12.1-2002 Draft Standard for Learning Object Metadata, 2002.
- JAPIASSU, Hilton. *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago Editora Ltda. 1976.
- KLEIN, J. T. Unity of knowledge and transdisciplinarity: contexts of definition, theory and the new discourse of problem solving. In: *INTERNATIONAL ENCYCLOPEDIA OF LIFE SUPPORT SYSTEMS*. Oxford, UK: Eolss Publishers, 2001. Disponível em: <<http://www.eolss.com/>>. Acesso em: 18 de Agosto de 2012.
- L'ALLIER, J.J. *Frame of Reference: NETg's Map to the Products, Their Structure and Core Beliefs*. NetG Whitepaper, 1997.
- LEE, Ming-Che; YE, Ding Yen; WANG, Tzone – *Java Learning Object Ontology*. DC: USA, 2005. ISBN 0-7695-2338-2
- MCGUINNESS, D. L.; HARMELEN van , F. *OWL Web Ontology Language Overview*, 2004. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/owl-features/>. Acessado em: 17 de setembro de 2012.
- NOY, Natalya F., MCGUINNESS , Deborah L. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*". Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, March 2001.
- SILVA, E. M. et. Al.: *Recommending Domain Experts in a Social Network*, p. 184-192, SBSC '09 Proceedings of the 2009 Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos, 2009.
- SILVA, E. M. et al: *Recommending Knowledge in a knowledge based Social Network*. *Journal of Applied Computing Research*, v. 1, p. 20-32, 2011.
- STAAB, S; STUBER, R. *Handbook on Ontologies*. International Handbooks on Information Systems. Springer: ISBN 3-540-40834-7. 2004
- WANG, Xiaodan; FANG, Fang; FAN, Lei. *Ontology-Based Description of Learning Object*. In: *ICWL, 2008, Berlin. Anais...* Berlin: Springer-Verlag, 2008. p. 468-476.
- WILEY, David. *Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy*. In: ____. *The Instructional Use of Learning Objects*. Estados Unidos: Agency for Instructional Technology, cap. 1.1, p. 1-35, 2002.