

Use of a OWL ontology for creating Interactive Learning Object

Bruno N. Luz^{1,2}, Rafael Santos², Andreza S. Areão¹,
Marcos H. Yokoyama¹, Luiz Egidio Cunha¹

¹Federal Institute of Education, Science and Technology of
São Paulo - Campus Boituva, Brazil

²Master Program in Computer Science

FACCAMP – Campo Limpo Paulista, SP, Brazil

{nogueira_luz, aareao, marcoshy, egidiocunha}@ifsp.edu.br
rafael@renovaci.com

Valéria Martins³, Marcelo P. Guimarães^{2,4}

³Mackenzie Presbyterian University

São Paulo, Brazil

⁴Open University of Brazil - Federal University of São
Paulo (UAB / Unifesp)

valfarinazzo@hotmail.com, marcelodepaiva@gmail.com

Abstract - Interactive Learning objects (ILO) are explored in this paper in order to provide an improvement in teaching learning process, ensuring the monitoring of students by professor through the interaction provided by ILO. The article describes an ontology that defines and structure the classes of the elements of the ILO's metadata standard. This ontology is used as the basis for the development of a Virtual learning environment capable of running these objects and at the same time offer a system of tracking and monitoring the development of the student during the entire process. The ontology is validated through the results of the use of the ILO in the environment with a class of 20 students of the course of computer science.

Keywords — *e-Learning; Learning Objects; Interaction; Ontology.*

I. INTRODUÇÃO

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) aliadas ao uso da *Internet*, permitem aos professores a utilização de uma grande variedade de recursos que apoiam o processo de ensino aprendizagem [6]. Além disso, possibilitam o rompimento de fronteiras de tempo e localidade no processo de ensino aprendizagem.

Os Objetos de Aprendizagem (OA), dentre os diversos recursos tecnológicos existentes, se configuram como unidades de aprendizagem que servem para apoiar o processo de ensino aprendizagem. Apesar de seu desenvolvimento ser complexo devido à falta de ferramentas de autoria de fácil manuseio [7], eles podem promover avanços significativos nos processos de ensino aprendizagem por intermédio das TIC [6]. Os OA contribuem para a geração do conhecimento, e para isso incorporam características de interação, adaptação e reutilização nos mais diferentes contextos [25].

Todos os conteúdos instrucionais, identificados como OA, deveriam permitir o acesso e entendimento por computadores e por usuários, contudo, eles são geralmente descritos utilizando

linguagem voltada somente para usuários humanos. Por isso, para permitir que eles tenham significado tanto para usuários quanto para os computadores, [2] e [18] apresentam a proposta de utilização de Web Semântica.

A Web Semântica fornece aos usuários a capacidade de criar repositórios de dados na Web e escrever regras para interoperarem esses dados. Uma das formas de ligação desses dados é via o modelo de dados denominado ontologias [8] [12] [13]. Além da especificação de conceitos sobre domínios [12] [20], as ontologias são utilizadas também como forma de melhorar o aprendizado de máquina e recuperação da informação [12] [13].

Segundo [9], a definição de uma ontologia apresenta uma série de vantagens, tais como:

- Possibilita a definição de um vocabulário através de um domínio do conhecimento, constituído de descrições que evitam interpretações ambíguas;
- Permite a distribuição do conhecimento, tendo em vista que inúmeras aplicações podem ser desenvolvidas a partir de um mesmo modelo conceitual;
- Expõe uma descrição adequada do conhecimento, impedindo o problema de semântica da linguagem natural conforme o contexto empregado;
- Possibilita o mapeamento de uma mesma ontologia em variadas linguagens sem perder sua conceitualização;
- Viabiliza extensões de uma ontologia mais genérica para adequar às características particulares de um domínio específico.

A quantidade de ontologias relacionadas a processos de ensino e aprendizagem crescem a cada dia [4] [5] [8]. Elas e os OA são citados por [5] como as principais tecnologias que permitem o crescimento e avanço do e-Learning. Porém, por se tratar de um processo de criação complexo e demorado, o uso de

ontologias costuma estar restrito aos cenários acadêmicos, o que dificulta a adoção da Web Semântica [13].

A importância do uso dos OA no contexto educacional é apontado por diversos autores [5] [6] [7] [24] [30]. Este trabalho tem como objetivo descrever através de sua ontologia, os Objetos de Aprendizagem Interativos (ILO), que são uma extensão dos modelos descritos por [5], [29] e [30].

O diferencial dos ILO é a interação, que é definida neste trabalho como as ações que ocorrem entre os professores, alunos e o próprio ambiente de aprendizagem, como, por exemplo, chat entre o professor e os alunos e o oferecimento de um vídeo de forma automática para o aluno.

Com esses recursos, os professores são capazes de acompanhar o estado atual de aprendizagem de cada aluno e realizar ações apropriadas conforme a necessidade individual. Os ILO desenvolvidos foram implementados e testados no ambiente virtual eTutor (StudentWatcher) [27]. Faz parte deste trabalho a avaliação do uso dos ILO na disciplina Introdução ao Hardware e Computação, com vinte alunos do curso de Ciência da Computação.

Devido à disparidade de tempo de aprendizagem dos alunos, os ILO em um ambiente virtual auxiliam os professores a notarem as dificuldades de cada aluno, permitindo então que todas as dúvidas sejam esclarecidas e que ocorra adequações do conteúdo conforme a necessidade. Além de favorecer a interação entre o professor e aluno, os ILO também beneficiam o coletivo, pois permitem, por exemplo, que dúvidas individuais sejam compartilhadas por todos os alunos.

A criação e definição da ontologia dos ILO contribui principalmente para os desenvolvedores dos objetos e para os motores de busca na Web Semântica. Os ILO mantêm os recursos dos OA tradicionais e incorpora as ações de interação. Para alcançar esse objetivo, utilizou-se o padrão SCORM [28] como base.

O restante do trabalho está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta um estudo sobre o uso de ontologias para e-Learning; a seção 3 apresenta a definição do padrão para os ILO; a seção 4 descreve a ontologia criada; a seção 5 faz a discussão e validação da ontologia realizada com o apoio do eTutor (StudentWatcher) e aplicada em uma disciplina do curso de Ciência da Computação; por fim, a seção 6 apresenta as conclusões.

II. ONTOLOGIA PARA E-LEARNING

As ontologias estão contempladas em diversas áreas da Ciência da Computação, dentre elas na recuperação de informações na Web, através de serviços e produtos online, como: o Ontoweb [10] que é um sistema de agentes inteligentes voltados para a busca contextualizada nas fontes acessadas; o SEAL [20], que possibilita a criação de portais semânticos

baseados em ontologias; e o OntoSearch [25], que facilita a reutilização de ontologias na Web-Semântica.

No trabalho de [9] desenvolveu-se um servidor de ontologias que, a partir do uso do LOM, implementa um serviço de navegação de ontologia que cria páginas HTML dinamicamente (incluindo imagem e documentação textual), exibindo a hierarquia da ontologia e usando formulários HTML para permitir que o usuário edite os tradutores da ontologia diretamente do modelo LOM para o Ontolinguá.

A aprendizagem colaborativa é objeto de pesquisa no trabalho de [14], que utiliza uma ontologia para formação de grupos baseando-se em objetivos de aprendizagem, regras e eventos intrucionais de aprendizado.

Levando em consideração os modelos de domínio, estudante, colaboração e pedagógico, [3] define uma ontologia para construção de Ambientes Interativos de Aprendizagem, que permite responder *o quê, quando e onde* estudar.

Como forma de otimizar as buscas e aprendizagem no ensino a distância, [11] desenvolveu uma ferramenta baseada em agentes, chamada de Web Semantic Search (WebSS), que objetiva viabilizar a recuperação de conteúdos educacionais nos servidores de um Learning Management System (LMS), que detém uma plataforma de ensino reconhecidamente eficaz, o AulaNet.

[17] utiliza ontologias para caracterizar explicitamente o projeto e os objetos de aprendizagem, bem como a relação entre eles. Segundo os autores, o uso de ontologias pode derivar em ferramentas semiautomáticas de extração ainda mais eficientes, aumentando seu grau de reutilização. Os autores também apresentam uma ferramenta baseada no IMS-LD chamada Learning Object Context Ontology (LOCO).

Alguns trabalhos têm empregado ontologias para a definição de objetos de aprendizagem, como em [1] que expõe uma ontologia, representada através da linguagem OWL (Ontology Web Language) [31], para apresentar a semântica do Learning Design (IMS-LD). Já [26] a descreve como uma ferramenta baseada na Web para o desenvolvimento de Unidades de Aprendizagem. [26] aborda o uso de ontologias para caracterizar explicitamente projetos de aprendizagem, os objetos de aprendizagem e as relações entre eles.

[23] utilizam uma ontologia para representar a aprendizagem construtivista, sendo capazes de identificar as competências e habilidades que os OA podem gerar. Além disso, garantem o reuso dos objetos.

Os ILO distinguem-se destas outras propostas pelo fato de visar a promoção da interação entre os envolvidos – alunos x professor x ambiente. Contudo, mantém os conceitos dos OA tradicionais [8].

III. OBJETOS DE APRENDIZAGEM INTERATIVOS

A relação de conteúdos instrucionais e OA com a interação, foi descrita por [16] ao apresentar sua metodologia para construção de OA interativos, porém, se limitava a este processo sem a preocupação de se estruturar a construção deles seguindo padrões, como LOM ou SCORM.

[22] apresenta uma ferramenta de autoria para OA que promove interação entre o professor e o OA, e entre o aluno e os objetos. Porém, também não atende as demandas apresentadas neste trabalho, que é a de garantir que o professor realize ações conforme o estado de aprendizagem atual do aluno.

Um OA deve levar em consideração a possibilidade de interação, entre professor e aluno, aluno e professor, OA e aluno, e OA e professor. Os processos de interação são apontados por [14] como fundamentais nos modelos de aprendizagem colaborativa, o que reflete também na demanda pela criação de ILO. Essa interação é promovida via o uso de ferramentas educacionais, como chat, dicas, alertas, mensagens e anexos.

Para atender a interação proposta, adaptou-se o padrão de metadados do SCORM. Assim, tornou-se possível manter a compatibilidade com os OA tradicionais. A Fig. 1 apresenta todos os 46 elementos do novo padrão. Dentre os elementos novos, destacam-se os da classe interação, criados com intuito de especificar todo o contexto educacional da interação, desde a forma como é percebida nos usuários, tanto como é oferecida pelo ambiente.



Fig. 1. Classes e elementos de Metadados do Padrão ILO. Adaptado de [19]

Os ILO permitem que ao iniciar uma atividade sejam fornecidas opções de interação para o aprendiz, como solicitar dicas ou conversar com o professor via recurso de chat. Durante o uso de uma dica o aluno ainda pode utilizar recursos como arquivos anexos (vídeos, apresentações, tutoriais, etc).

Os ILO garantem ainda uma interação que pode ser disparada de forma automática, como por exemplo, após um determinado período de tempo sem interagir com a atividade, o aluno tem a opção de receber uma dica. Neste momento, o professor é alertado que o aprendiz atingiu o período de tempo sem interagir, o que pode caracterizar uma dificuldade no

avanço da atividade. Estes alertas ocorrem através de um sistema de classificação em cores que indica a situação do aluno em relação ao uso de dicas e tempo na atividade.

IV. ONTOLOGIA DOS ILO

A ontologia dos ILO foi construída utilizando a linguagem OWL e considerou-se os princípios da Web Semântica. Assim, visou-se facilitar os mecanismos de busca e proporcionar significado aos dados para interpretação pelos computadores.

Com intuito de fortalecer a ontologia, alinhando seus elementos com os de outras já existentes [15], a importação e uso de propriedades e classes da ontologia do Dublin-Core, OBAA, IMS-LD e LOM foram utilizadas, sendo respectivamente:

- http://purl.org/dc/elements/1.1/,
- http://gia.inf.ufrgs.br/ontologies/OBAA.owl,
- http://gia.inf.ufrgs.br/ontologies/LOM.owl,
- http://gia.inf.ufrgs.br/ontologies/IMS_AccessForAll.owl.

O padrão ILO descrito em XML converge do uso de especificações em RDF atreladas a linguagem OWL-DL na definição de sua ontologia. O uso de RDF e OWL na formalização e construção de conteúdos é uma das formas de atuar na Web Semântica.

Além das declarações e o formato da escrita do padrão citado anteriormente, se fez necessário a declaração de *namespaces* para os ILO, que seguiram parâmetros definidos pelo [31], como ilustra a Fig. 2.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<Ontology xmlns="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdflib="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xml:base="http://www.purl.org/ilo/interactivelearningobjects/"
  ontology:IRI="http://www.purl.org/ilo/interactivelearningobjects/"
  >
  <Prefix name="owl" IRI="http://www.w3.org/2002/07/owl#" />
  <Prefix name="rdfs" IRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" />
  <Prefix name="xsd" IRI="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" />
  <Prefix name="rdfs" IRI="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" />
  </Ontology>
```

Fig. 2. Declaração do namespace ilo – interactivelearningobjects.

Assim, utilizando elementos e especificações citados anteriormente foi possível garantir uma identificação entre os padrões, convergindo para uma nova ontologia em OWL.

Alguns níveis fundamentais no processo de criação e validação das ontologias são: vocabulário; hierarquia (taxonomia); contexto (nível de aplicação); Nível Sintático; Arquitetura, Design e Estrutura [12]. A preocupação inicial na criação da ontologia dos ILO levou em consideração 5 aspectos, que foram identificados como classes principais no modelo. São eles: ObjetoAprendizagem, Conteúdo, Metadados, Agregações e Vocabulário (Fig. 3).

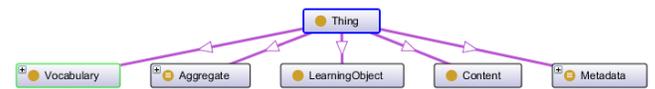


Fig 3. Classes da Ontologia OWL ILO.

A classe ObjetoAprendizagem se refere às instâncias dos objetos propriamente ditos, tendo relação direta com as classes de metadados (Fig. 4), agregações e conteúdo, sendo que esta última não foi descrita nesta versão da ontologia pois trata do conteúdo instrucional do OA.

Metadado
URI: <http://www.puri.org/ilo/interactivelearningobjects/Metadado>
Equivalent classes:
 Metadado EquivalentTo Educational or General or LifeCycle or Rights or Technical
Disjoint classes:
 Aggregate DisjointWith Metadado
 LearningObject DisjointWith Metadado
Annotations:
 comment "ILO (pt): Categories of metadado defined as IEEE-LOM and adapted by ILO."^string

Fig. 4. Especificação da Classe Metadados.

A classe ObjetoAprendizagem representa as instâncias dos objetos descritos em si com seus Metadados. A classe Conteúdo representa a composição do objeto de aprendizagem, não sendo descrita nesta versão da ontologia. A classe Agregações se refere aos elementos de metadados que podem ser compostos por outros metadados. A classe Vocabulário compreende, dentre as Ontologias e Padrões utilizados como base, aqueles metadados que possuem composição de valores fixos e que não podem sofrer alteração além dos já previstos. A relação entre as classes são explícitas seguindo este formato: Metadados *hasSubClass* Geral.

Cada elemento da ontologia é descrito em sua formalidade como na Fig. 4, contendo: Nome da Classe, URI, Classes equivalentes, Classes Disjuntas (ou mutuamente exclusivas) e Anotações.

Todos os 46 elementos de metadados utilizados no padrão ILO. Eles foram divididos em Data Properties e Object Properties. O primeiro faz referência aos elementos do tipo simples, que podem ser relacionados diretamente ao metadado. Seguindo nesse caso o modelo **its**<nome metadado>**Is**. O segundo atende os elementos compostos, indicados na classe Agregações. Eles são indicados com a estrutura de **has** <nome metadado>.

No modelo de propriedades dos objetos todos os relacionamentos do tipo **has** <nome metadado> possuem um relacionamento inverso identificado como **its** <nome metadado> **Of**.

metadadoExample	hasTips	Tips01	Tips01	isTipsOf	metadadoExample
Tips01	itsIdTips	001	Tips01	itsIdTipsIs	001
Tips01	itsTimeTips	120	Tips01	itsTimeTips	120

Fig. 5. Especificações dos objetos e atributos.

Dentro da Linguagem OWL, o perfil utilizado foi de OWL-DL, que é uma versão intermediária com expressividade equivalente a lógica descritiva. Assim, possui menos

formalidades do que a OWL Full, o que atendeu a especificação de todo domínio sem maiores restrições.

De posse da Ontologia compactada e com a utilização de uma ferramenta de operação com Ontologias, denominada JOINT, foi possível gerar a codificação da mesma na linguagem Java, utilizada para desenvolver o AVA eTutor. A Fig. 6 representa a transposição da Ontologia pelo JOINT para a sua representação no ambiente.

Fig. 6. Transposição do padrão de classes para Ontologia e para o LMS eTutor

A ontologia atual está disponível em <<http://www.nogueiraluz.com.br/projetos/ILOv1.owl>>.

V. METODOLOGIA E DISCUSSÃO

A ontologia apresentada na seção anterior foi implementada nos ILO da ferramenta eTutor e foi testada por uma turma de 20 alunos. Os testes foram aplicados na disciplina de *Introdução ao Hardware e Computação*. Os ILO foram compostos por atividades avaliativas, envolvendo arquivos de leitura, questionários, anexos e dicas.

Para os testes, inicialmente, o professor realizou a apresentação do ambiente, e, em seguida demonstrou como seria o acompanhamento dos alunos em momentos de intervenção. Também foi apresentada a visão do aluno perante a atividade, com as opções de interação disponíveis: Dicas, Anexos e Chat. Na Fig. 7 é possível verificar a visão do professor quando um aluno solicitava ajuda.

O professor criou um ILO no formato de questionário com 6 perguntas de múltipla escolha. Para cada pergunta foram configuradas 3 dicas, que além de serem oferecidas automaticamente, após o intervalo de 1 minuto sem interação do aprendiz com o eTutor, também poderiam ser solicitadas pelo aprendiz a qualquer momento.

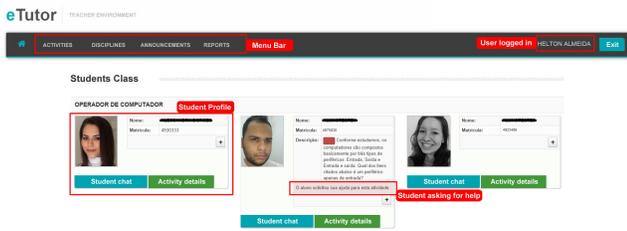


Fig. 7. Destaque o aluno solicitando ajuda ao professor.

Após a realização das atividades, os alunos foram submetidos a um questionário de avaliação dos ILO, cujo principal objetivo era de mapear a opinião dos alunos em relação ao acompanhamento e interação com o professor.

Um trecho de um ILO definido na ontologia é mostrado na Fig. 8, tendo em destaque “vermelho” os Metadados e em “azul” o preenchimento conforme conteúdo do ILO. Este trecho corresponde ao *Interactive Learning Object-1*, a identificação de duas classes principais, Metadata e Aggregation, contendo apenas o trecho referente a subclasse Activity.

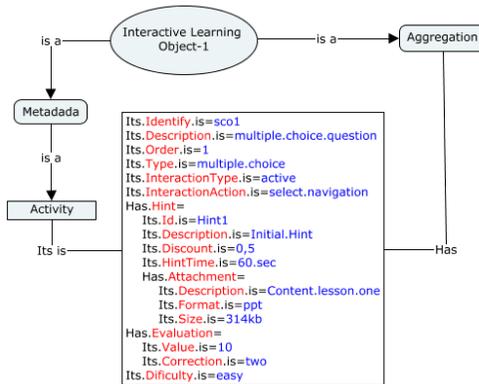


Fig. 8. Trecho do ILO mapeado na Ontologia ILO.

A. Discussão

Todos os envolvidos responderam 6 perguntas após terem terminado as atividades. As perguntas visaram avaliar os ILO. Os percentuais das respostas, bem como os textos das questões são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. QUESTÕES DE AVALIAÇÃO DO ILO.

QUESTÕES	SIM	NÃO	NÃO SOLICITEI
1- Você já tinha utilizado algum ambiente virtual de aprendizagem?	15%	85%	não se aplica
2- Você se sentiu acompanhado pelo professor durante as atividades?	85%	15%	não se aplica
3- Você solicitou dicas durante as atividades?	55%	45%	não se aplica
4- Quando precisou, o professor acompanhou sua atividade e ofereceu auxílio?	65%	5%	30%

As avaliações qualitativas são apresentadas na Tabela 2 e da mesma forma as porcentagens de respostas encontradas.

TABELA 2. QUESTÕES QUALITATIVAS DE AVALIAÇÃO DO ILO.

QUESTÕES	EXCELENTE	ÓTIMO	REGULAR
5- O que você achou da interação oferecida nas atividades?	45%	30%	25%
6- Como você avalia a ferramenta eTutor e os Objetos de Aprendizagem Interativos?	55%	30%	15%

Nesta análise os ILO tiveram 85% de avaliação positiva, sendo considerada como Excelente e Ótima. Do mesmo modo, a interação alcançada com o uso dos ILO recebeu aprovação positiva por 75% dos alunos. Destaca-se que apenas 15% dos aprendizes já tinham utilizado outros OA em Ambientes Virtuais (AVA), contra 85% que nunca tinham acessado um AVA.

As notas dos testes apresentam certo avanço para os alunos que interagiram mais com o uso das dicas (Fig. 9).

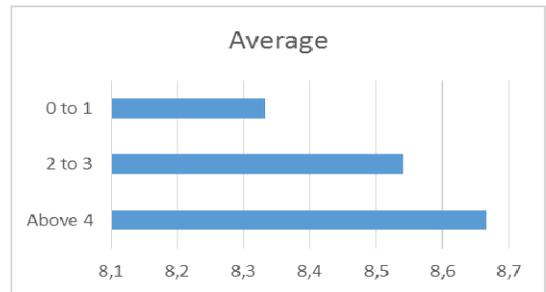


Fig. 9. Média das Notas Vs Uso de Dicas.

Os alunos que já conheciam outros AVAs, relataram que utilizando ILO no eTutor se sentiram acompanhados pelo professor. Eles avaliaram as possibilidades de interação como Excelente. Neste grupo, 67% dos alunos foram auxiliados devido a necessidade de auxílio apontada pelo ambiente. As respostas do questionário de avaliação são apresentadas na Fig. 10.

REFERENCES

Alunos	Ques.1	Ques.2	Ques.3	Ques.4	Ques.5	Ques.6
A01	Sim	Sim	Não	Não solicitou	Excelente	Excelente
A02	Sim	Sim	Sim	Não solicitou	Excelente	Excelente
A03	Não	Sim	Sim	Não solicitou	Regular	Regular
A04	Não	Não	Sim	Não	Regular	Regular
A05	Não	Sim	Sim	Sim	Bom	Bom
A06	Não	Sim	Não	Não solicitou	Excelente	Bom
A07	Não	Não	Não	Não solicitou	Regular	Bom
A08	Não	Sim	Não	Sim	Bom	Excelente
A09	Não	Não	Sim	Não solicitou	Regular	Regular
A10	Sim	Sim	Sim	Sim	Excelente	Excelente
A11	Sim	Sim	Não	Sim	Excelente	Excelente
A12	Não	Sim	Sim	Sim	Excelente	Excelente
A13	Não	Sim	Não	Sim	Regular	Bom
A14	Não	Sim	Sim	Sim	Bom	Excelente
A15	Não	Sim	Não	Sim	Excelente	Excelente
A16	Não	Sim	Não	Sim	Bom	Bom
A17	Não	Sim	Não	Sim	Excelente	Excelente
A18	Não	Sim	Sim	Sim	Bom	Excelente
A19	Não	Sim	Sim	Sim	Excelente	Excelente
A20	Não	Sim	Sim	Sim	Bom	Bom

Fig. 10. Respostas do Questionário de Avaliação.

Dos alunos que se sentiram acompanhados (85%), a avaliação do modelo de interação oferecido foi considerado como Excelente e Ótimo em 83% dos casos, tendo os outros 17% avaliados como Regular.

VI. CONCLUSÃO

A demanda por novas ferramentas que apoiem o processo de ensino aprendizagem é evidente. Este trabalho apresentou os ILO, que visam promover o acompanhamento dos alunos, de tal forma que os professores possam notar as dificuldades dos alunos no momento em que ocorrem, permitindo a realização de ações pontuais. Além disso, com a visão das dificuldades de todos os alunos, o professor pode direcionar o conteúdo conforme a necessidade.

Para isso, foi necessário a definição da ontologia ILO, que promove a interação entre todos os envolvidos: professor e aluno; aluno e ambiente; e ambiente e professor. Essa ontologia está de acordo com o padrão SCORM e segue os princípios da We Semântica. Dessa forma, promove a criação, padronização e compartilhamento dos ILO.

O eTutor foi fundamental na avaliação dos ILO. Com ele foi possível testar e avaliar os ILO. Sendo que os resultados alcançaram resultados favoráveis.

Como trabalhos futuros, visa-se mapear nesta ontologia as classes principais de Conteúdo e ObjetoAprendizagem. Além disso, a realização de testes com professores de diversas áreas do conhecimento.

- [1] Amorim, R. R., Lama, M., Sánchez, E., Riera, A., Vila, X. A., 2006. A Learning Design Ontology based on the IMS Specification. In: Journal of Educational Technology & Society, Vol. 9, nº 1, pp. 38-57.
- [2] Berners-Lee, T., 2002. Bringing the World Wide Web to Its Full Potential by Dieter Fensel (Editor), Wolfgang Wahlster, Henry Lieberman, James Hendler, MIT Press, 2002Bowman, M., Debray, S. K., and Peterson, L. L. 1993. Reasoning about naming systems. *ACM Trans. Program. Lang. Syst.* 15, 5 (Nov. 1993), 795-825. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/161468.16147>.
- [3] Bittencourt, I., Bezerra, C., Nunes, C., Costa, E., Tadeu, M., Nunes, R., Costa, M., Silva, A. 2006. Ontologia para Construção de Ambientes Interativos de Aprendizagem. In: XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) – UNB/UCB.
- [4] Campos, F., David, J. M. N., Braga, R., Nery, T., Santos, N., 2012. Rede de Ontologias: apoio semântico a linha de produtos de objetos de aprendizagem. Anais do 23º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), ISSN 2316-6533. Rio de Janeiro, 26-30 de novembro.
- [5] Castro, C. V., Satler, M. F., 2010. Modelo Ontológico para la Secuenciación de Objetos de Aprendizaje. In: IEEE-RITA, Vol. 5, Núm. 2, May. 2010. ISSN 1932-8540.
- [6] de-la-Fuente-Valentín, L., Pardo, A., Kloss, C. D., (2011). Generic servisse integration in adaptive learning experiences using IMS learning design. In: Computers & Education. Vol. 57, Issue 1, pp. 1160-1170.
- [7] Durand, G., Downes, S., 2009. Toward simple learning design 2.0. In: 2009 4th International Conference on Computer Science & Education. Nanning, China, pp. 894-897.
- [8] Gluz, J. C., Vicari, R. M., 2011. Uma Ontologia OWL para Metadados IEEE-LOM, Dublin-Core e OBAA. In: Anais do XXII SBIE – XVII WIE. Aracaju, 21 a 25 de novembro de 2011. ISSN: 2176-4301.
- [9] Gómez-Pérez, A. 1998. Knowledge Sharing and Reuse. In: Handbook of Applied Expert Systems, pp. 10-11.
- [10] Gomez-Perez, A., Manzano-Macho, D. 2003. OntoWeb Deliverable 1.5: A Survey of Ontology Learning Methods and Techniques. In: Universidad Politecnica de Madrid.
- [11] Goñi, J. L., Fernandes, M. C. P., Lucena, C. J. P., 2002. e-Learning e a Web Semântica. In: IV Simpósio Internacional de Informática Educativa. Vigo, Espanha.
- [12] Hazman, M., El-Beltagy, S. R., Rafea, A., 2011. A Survey of Ontology Learning Approaches. In: International Journal of Computer Applications. VI. 22, Nº 9. ISSN: 0975-8887.
- [13] 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. In: Revista Brasileira de Informática na Educação, Vol. 17, Nº 1.
- [14] Isotani, S., Inaba, A., Ikeda, M., Mizoguchi, R. 2009. An Ontology Engineering Approach to the Realization of Theory-Driven Group Formation. In: International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, Vol. 4, Issue 4, pp. 445-478.
- [15] Jiang, Y., Wang, X., Zheng, H. 2014. A semantic similarity measure based on information distance for ontology alignment. In: Information Sciences, Vol. 278, pp. 76-87.
- [16] Kemezinski, A., Costa, I. A., Wehrmeister, M. A., Hounsell, M. S. e Vahldick, A. 2012. Metodologia para Construção de Objetos de Aprendizagem Interativos. In: Anais do 23º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE).
- [17] Knight, C., Gasevic, D., Richards, G., 2006. An Ontology-Based Framework for Bridging Learning Design and Learning Content. In: Educational Technology & Society, Vol. 9, nº 1, pp. 23-37.
- [18] Koivunen, M. R., Miller, E. 2001. W3C Semantic Web Activity. In: Semantic Web Kick-off Seminar in Finland, Nov 2. Disponível em: <http://www.w3.org/2001/12/semweb-fin/w3csw>. Acesso em: 13/09/2014.

- [19] Luz, B. N., Santos, R., Martins, V. F., Guimarães, M. P. (2014) “Padrão de Metadados para Objetos de Aprendizagem Baseado na Interação”. Anais do 25º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE). Dourados, MT, pp. 847-851.
- [20] Maedche, A., Maedche, E., Staab, S., Stojanovic, N., Sure, Y., Studer, R., 2001. SEmantic portAL - The SEAL Approach. In: Spinning the Semantic Web.
- [21] Maedche, A., Staab, S., 2001. Ontology Learning for the Semantic Web. In IEEE Intelligent Systems, Special Issue on the Semantic Web, 16(2).
- [22] Marczal, D. e Direne, A. 2012. FARMA: Uma ferramenta de autoria para objetos de aprendizagem de conceitos matemáticos. In: Anais do 23º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE).
- [23] Miguel, V., López, M. G., Montaña, N., (2008). “Desarrollo de una ontología para la conceptualización de un ambiente virtual de aprendizaje constructivista”. In: AVFT (online). Vol. 27, Núm. 2, pp. 125-128.
- [24] ONTOSEARCH, 2006. Welcome to ontosearch2. Disponível em: <<http://www.ontosearch.org/>>. Acesso em set/2014.
- [25] Rodríguez, V., Ayala, G. 2012. Adaptivity and Adpatability of Learning Object's Interface. In: International Journal of Computer Applications. Vol. 37, nº 1, January.
- [26] Sánchez, E.; Lama, M.; Amorim, R. R.; Negrete, A., (2007). Web LD: a web portal to design IMS LD units of learning. In: Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies.
- [27] Santos, R., Luz, B. N., Martins, V. F., Dias, Guimarães, M. P. (2014) “eTutor: Um Ambiente de Aprendizagem Interativo”. Anais do 25º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE). Dourados, MT, pp. 476-485.
- [28] SCORM. 2009. Content Aggregation Model – CAM. 4th Edition SCORM 2004.
- [29] Sosnin, P., (2010). Creation and Usage of Project Ontology in Development of Software Intensive Systems. In: *Polibits*, versão On-Line nº42, pp. 51-58.
- [30] Vicari, R. M., Bez, M., Silva, J. M. C., Ribeiro, A., Gluz, J. C., Passerino, L., Santos, E., Primo, T., Rossi, L., Bordignon, A., Behar, P., Filho, R., Roesler, V., 2010. Proposta Brasileira de Metadados para Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes (OBAA). In: CINTED-UFRGS – Novas Tecnologias na Educação. Vol. 8, Núm. 2, Julho, 2010.
- [31] W3C. 1994. World Wide Web Consortium. Disponível em: <http://www.w3.org/2002/ws/>.