

Um Modelo para Recuperação de Objetos de Aprendizagem no Padrão IEEE LOM Utilizando o Protocolo OAI-PMH e Repositórios de Objetos de Aprendizagem Públicos

Vitor C. de Carvalho¹, Rafael D. Araújo¹, Renan G. Cattelan¹, Fabiano A. Dorça¹

¹Faculdade de Computação – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Uberlândia – MG – Brasil

vitorcarvalho@comp.ufu.br, rafael@doutorado.ufu.br,

{renan, fabianodor}@ufu.br

Abstract. *Recent studies show that students tend to learn better when the content presented to them in a personalized way. Thus, automatic content adaptation in education systems is an area that has been the subject of several studies. However, you must have a sufficient amount of content to be customized to do that efficiently. This paper presents an analysis of a Web content retrieval approach, which is based on the use of the OAI-PMH protocol and IEEE LOM metadata standard of Learning Objects. The results, although preliminary, expand the possibilities for future work and point out new needs.*

Resumo. *Trabalhos recentes mostram que estudantes tendem a ter melhores resultados no aprendizado quando o conteúdo lhe é apresentado de forma personalizada. Dessa forma, a adaptação automática de conteúdo em sistemas de ensino é uma área que vem sendo alvo de diversos estudos. Porém, é necessário ter uma quantidade suficiente de conteúdo a ser personalizado para que esta seja eficiente. Este trabalho apresenta uma análise de uma abordagem de recuperação de conteúdo da Web, que se baseia na utilização do protocolo OAI-PMH e no padrão IEEE LOM de metadados dos Objetos de Aprendizagem. Os resultados obtidos, apesar de preliminares, expandem as possibilidades de trabalhos futuros e apontam novas necessidades.*

1. Introdução

Objetos de aprendizagem (OAs) têm como definição quaisquer entidades que possam ser utilizadas, reutilizadas ou referenciadas no ensino assistido por tecnologia [Wiley 2002]. Geralmente os OA são representados por diferentes tipos de mídia como textos, animações, vídeos, imagens, aplicações ou páginas Web e são utilizados para fins educacionais, isoladamente ou em conjunto [TORREZZAN and Behar 2009]. Assim, com o auxílio de Sistemas de Recomendação de Conteúdo [de Carvalho et al.], os OA podem ser apresentados de forma personalizada ao aprendiz.

A adaptação de fornecimento de conteúdo baseado em Estilos de Aprendizagem (EA) em sistemas voltados para o ensino é uma área de pesquisa em franca expansão. Porém, um dos requisitos para se conseguir uma boa adaptação na apresentação de conteúdo, é possuir material educacional suficiente para atender aos mais diversos tipos EA de estudantes.

A criação de conteúdo é algo caro quando feito manualmente, principalmente quando se necessita criar conteúdos distintos para diferentes EAs, o que aumenta ainda mais seu tempo de criação, tornando-se uma tarefa dispendiosa para o instrutor. No entanto, diversos Repositórios de Objetos de Aprendizagem (ROAs) que agregam grandes quantidades de conteúdo já criado por autores são disponibilizados na Web.

Ainda assim, a utilização de técnicas que facilitam o trabalho de captura de OAs é indispensável. Um sistema de recuperação de OAs serve para dar auxílio ao instrutor na captura desse conteúdo disponível, dando apoio na construção de seu curso, ou ainda, auxiliando o próprio aprendiz, a encontrar material de estudo que o ajude em seu aprendizado.

OAs precisam ser padronizados para garantir algumas propriedades como interoperabilidade e durabilidade. Surgiram, assim, algumas propostas de padronização, como é o caso do LTSC/IEEE *Learning Object Metadata* (LOM) [IEEE 2002]. A partir da definição dos metadados, é possível obter informações preciosas sobre como podemos fazer uso dos OAs e quais são as condições para utilizá-los.

Este trabalho apresenta um modelo para abordagem de recuperação de conteúdo da Web, que se baseia na utilização do protocolo OAI-PMH [OAI 2015b] e no padrão IEEE LOM de metadados dos Objetos de Aprendizagem.

O padrão IEEE LOM proporcionou a criação de modelos eficientes de recomendação [de Carvalho et al.]. Os experimentos foram realizados com foco na recuperação de OAs que possuíam metadados no formato apresentado pelo padrão. A proposta foi validada, com resultados preliminares. A escolha do formato IEEE LOM levantou algumas dificuldades inesperadas, que também são apresentadas e discutidas.

O restante do artigo encontra-se organizado da seguinte maneira: na Seção 2, são discutidos trabalhos relacionados; na Seção 3, são apresentados os principais conceitos utilizados no trabalho; na Seção 4, é descrita a abordagem proposta; na Seção 5, são apresentados os resultados dos experimentos realizados; e, por fim, na Seção 6, são feitas as considerações finais e apresentados os trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

Recuperação de conteúdo da Web é algo importante a se conseguir. O desgaste proporcionado na fabricação dos Objetos de Aprendizagem é grande, dessa forma, é fortemente recomendado que se tente, quando possível, reutilizar conteúdo recuperado. Assim, várias técnicas são criadas na tentativa de se evitar esse retrabalho e ajudar os instrutores a conseguir o material necessário para realizarem seus cursos.

Existem ainda, pesquisas que tentam retirar o conteúdo já pronto e disponível para reuso na Web, como em repositórios de OAs [Rocha et al. 2011]. Vian et al. 2010 por exemplo, criaram um modelo para indexação e recuperação eficiente de OAs em repositórios baseando-se no paradigma de agentes inteligentes e no emprego de sistemas ontológicos para descrição do domínio do conhecimento nos mecanismos de busca. Já Ferreira et al. 2008 mostram, uma abordagem de recuperação de OAs baseada em algoritmos de Mapas de Kohonen.

Existem ainda trabalhos que têm foco em desenvolver um ROA, como o trabalho de Kemczinski et al. 2011, onde foi criado um ROA brasileiro para o foco no aprendizado

de computação e informática.

Por fim, existem trabalhos como o de Ribeiro et al. 2014 e Gazzola et al. 2014, que procuram recuperar o conteúdo de motores de busca em geral e não apenas o que possuem seus metadados no formato de OA.

Este trabalho, implementa uma das técnicas já conhecidas de recuperação e utiliza repositórios abertos para obter o conteúdo, dando foco àqueles que possuem metadados no formato IEEE LOM [IEEE 2002].

3. Referencial Teórico

Serão apresentados nesta seção, algumas considerações sobre conhecimentos necessários para a compreensão deste trabalho, como o *eXtensible Markup Language*, o conceito dos Repositórios de Objetos de Aprendizagem (ROAs), o protocolo OAI-PMH (*Open Archives Initiative - Protocol for Metadata Harvesting*) e o Padrão IEEE LOM [IEEE 2002].

3.1. eXtensible Markup Language

eXtensible Markup Language (XML) [Bray et al. 1998] é uma importante linguagem de marcação recomendada pela W3C para criação de documentos organizados hierarquicamente, como em uma árvore de dados. Ela é chamada “extensível” pois permite que sejam definidos elementos utilizados na marcação, ao contrário do HTML, por exemplo.

É importante ressaltar a importância do XML em trabalhos como este, pois, seu alto poder de representação nos permite definir conceitos de forma que o computador possa ler sem intervenção humana, algo que não seria possível com uma linguagem humana convencional, como o inglês ou o português.

Toda a representação dos padrões utilizados neste trabalho, bem como o resultado de todas as comunicações de dados realizadas, foi feita com a utilização de documentos XML.

3.2. Web Semântica

A Web Semântica é a parte da Web que provê métodos e padrões que nos permitem atribuir significado as informações presentes na Web convencional. Suas funcionalidades e tecnologias estão dispostas por suas camadas, apresentadas na Figura 1.

As funcionalidades que a Web Semântica nos provê são interessantes por auxiliar tanto na escolha dos dados recuperados, quanto na utilização da informação recuperada na Web [Koivunen and Miller 2001, Yu 2011]. Dentre as suas tecnologias mais importantes, estão o *Resource Description Framework* (RDF) da camada RDF que define mais semântica ao documento, descrevendo os recursos da Web e a *Web Ontology Language* (OWL) da camada de Ontologias [Primo et al. 2010].

3.3. Repositório de Objetos de Aprendizagem

Os autores de OAs os disponibilizam na Web para que potenciais interessados possam reutilizá-los. Normalmente, os serviços que os disponibilizam são chamados de Repositórios de Objetos de Aprendizagem (ROAs) [Mohan 2005].

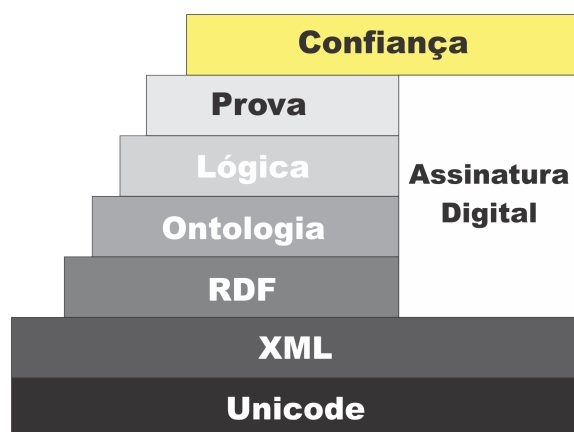


Figura 1. Camadas da Web Semântica. (Adaptado de [Yu 2011])

Esses ROAs possuem interfaces de usuário e arquiteturas que os tornam fáceis de usar, e permitem vários níveis de interatividade. [Lehman 2007]. Eles são comumente um banco de dados eletrônico que acomoda uma coleção de OAs, permitindo sua melhor organização e melhorando a eficiência em suas reutilização e colaboração.

Não é difícil encontrar ROAs na Web, facilmente encontramos listas de repositórios abertos para utilização [SWAP et al. 2015]. Porém, grande parte deles não possui uma manutenção adequada, e alguns deles até mesmo deixaram de existir, mesmo tendo sido importantes durante o tempo em que funcionaram, como por exemplo, o CAREO [Campus 2001], que teve seu projeto cancelado há alguns anos atrás.

3.4. Open Archives Initiative - Protocol for Metadata Harvesting

O protocolo OAI-PMH foi criado pelo OAI, e tem como função auxiliar os desenvolvedores a realizar *Harvesting* de metadados em repositórios remotos, ou seja, trazer os metadados de objetos virtuais de *Data Providers* para um diretório local.

Ele trabalha transferindo arquivos XML por meio do protocolo HTTP, proporcionando um mecanismo de fácil utilização [OAI 2015a] para o fim desejado. Ele possui serviços disponíveis para utilização, os verbos de acesso para os serviços são: *Identify*, *ListMetadataFormats*, *ListSets*, *ListIdentifiers*, *ListRecords* e *GetRecord*.

Neste trabalho, os principais serviços utilizados foram: *ListMetadataFormats*, para verificar quais os formatos de metadados cada repositório escolhido disponibiliza para seus OAs, o *ListRecords*, para listar os OAs recuperados no repositório e o *GetRecord* que nos traz os metadados de um único OA, no formato desejado.

Para uma especificação mais detalhada dos parâmetros e da lista de erros disponíveis para cada serviço do protocolo, visite OAI 2015a.

Em algumas requisições, os parâmetros chamados “exclusivos” só podem ser usados respeitando-se determinadas condições, como é o caso do *resumptionToken* do serviço *ListRecords*. Este parâmetro diz respeito a um *token* recebido a cada requisição do tipo *ListRecords* e serve para obter mais resultados, pois, ao solicitar uma lista de *Records* a um repositório, este envia imediatamente somente os 100 primeiros que possui em sua lista. Então, caso sejam desejados mais resultados, em uma segunda requisição, deve-se utilizar o *resumptionToken* recebido na primeira, como manda o Protocolo.

3.5. Padrão LOM

Para que os OAs possam ser recuperados, eles devem possuir algumas características: interoperabilidade, acessibilidade e durabilidade. *Interoperabilidade* é a capacidade de se compartilhar um mesmo OA entre sistemas com ferramentas distintas. *Acessibilidade* é a capacidade de utilizar os OAs de forma remota. *Durabilidade* é a possibilidade de se utilizar um OA sem reprojeto ou recriação, mesmo quando houver mudança na base tecnológica. Além disso, existe ainda uma característica que afeta diretamente a criação, o uso e reuso de um OA: a chamada *granularidade* [Duval and Hodgins 2003].

Para que essas características se mantenham, é necessário que haja um padrão, como o LOM [IEEE 2002]. O LOM é composto por 68 elementos hierarquizados, divididos em 9 categorias, que descrevem a semântica dos metadados de um OA.

4. Abordagem Proposta

Para recuperarmos OAs, é preciso criar uma forma de conexão com o Repositório de Objetos. O OAI-PMH foi utilizado neste trabalho para realizar a conexão com o repositório e recuperar seus metadados. Entretanto, por ser muito simples e com funções básicas, não possui um filtro de resultados obtidos via palavras-chave, trazendo assim, a complexidade desta funcionalidade para a implementação do software responsável pela recuperação dos metadados.

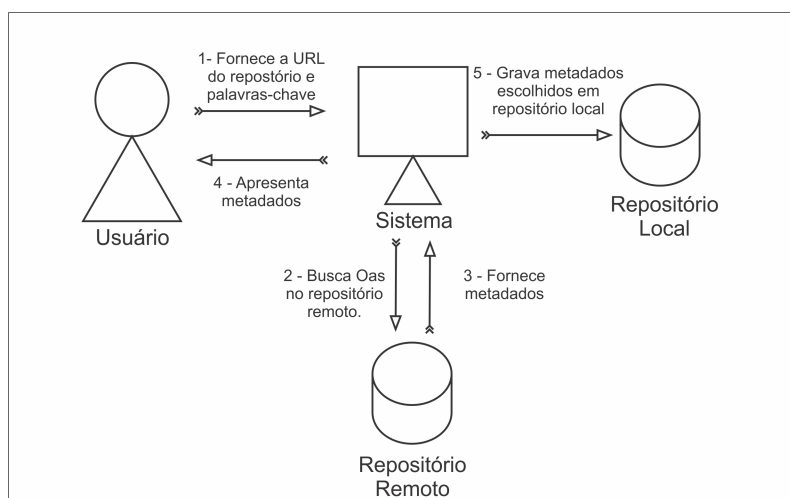


Figura 2. Diagrama de Processos do modelo de Recuperação Proposto.

A Figura 2 apresenta um diagrama que descreve o processo da abordagem utilizada pelo sistema de recuperação. Primeiramente, o usuário inicia a busca pelos metadados de OAs informando ao sistema o repositório que deseja buscar e as palavras-chave da busca. Com essas informações, o sistema acessa o repositório e traz a lista com os metadados que cumpriram os requisitos de busca. Assim, o usuário pode escolher aqueles que deseja manter e gravá-los em um repositório local, mantido pelo sistema.

A implementação escolhida do protocolo foi uma biblioteca Java criada pelo grupo OCLC [OCLC 2015], apelada por eles como OCLC Harvester 2 [OCLC 2006]. Tal biblioteca possui somente as funcionalidades básicas do protocolo OAI-PMH, o que significa que ele não implanta o retorno seletivo por palavras-chave ao realizar *Harvesting* dos metadados.

Escolhido um ROA, deve-se conseguir sua URL de conexão no servidor OAI-PMH. Com a URL, o serviço *ListRecords* do OAI-PMH foi utilizado para recuperar uma lista dos metadados disponíveis no repositório. O foco foi a utilização de repositórios de acesso público [SWAP et al. 2015].

O serviço *ListRecords* não permite filtragem de metadados por palavras-chave, apenas por data e por coleções (se o ROA tiver esta estruturação feita). Assim, tendo a lista de metadados, o sistema é quem deve realizar a filtragem dos metadados e exibir apenas os desejados pelo usuário.

Com esta lista de metadados foi disponibilizada a opção de capturar para o diretório local o arquivo XML com os metadados do OA escolhido, conforme apresentado na Figura 3.

Metadados LOM:

```
<lom xmlns="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM http://ltsc.ieee.org/xsd/lomv1.0/lom.xsd">
  <general>
    <identifier>
      <catalog>URI</catalog>
      <entry>http://id.nii.ac.jp/1134/00000002/</entry>
    </identifier>
    <identifier>
      <catalog>URI</catalog>
      <entry>http://iuy.code.ouj.ac.jp/v/01.html</entry>
    </identifier>
    <title>
      <string language="ja">
????????</string>
    </title>
    <language>ja</language>
    <aggregationLevel>
      <source>LOMv1.0</source>
      <value>3</value>
    </aggregationLevel>
  </general>
  <metaMetadata>
    <identifier>
      <catalog>identifier</catalog>
      <entry>OUJ:jp.ac.ouj.code.iuy:000001</entry>
    </identifier>
```

Index

Copiar Metadados.

Figura 3. Exemplo de Metadados Recuperados de um Repositório Remoto.

5. Estudo de Caso

Os experimentos realizados visaram recuperar OAs que possuíssem metadados no formato IEEE LOM. Devido a problemas na obtenção de acesso aos grandes repositórios, foram utilizados apenas repositórios públicos e abertos para as requisições OAI-PMH, geralmente encontrados em listas pela Web [SWAP et al. 2015].

A validação da proposta foi feita ao procurar a resposta para três perguntas: “O sistema consegue recuperar metadados de repositórios remotos?”, “É fácil encontrar repositórios que possuem metadados no formato IEEE LOM?” e, uma vez encontrado os repositórios, “Os metadados no formato IEEE LOM possuem um mínimo de campos necessários para uma recomendação eficiente?” [de Carvalho et al.].

Pode-se utilizar o serviço *ListMetadataFormats* para descobrir quais os formatos disponíveis num repositório. Ou ainda, utilizar uma ferramenta que faça isso, como o

ARIADNE Validation Service [Foundation 0015].

Dois problemas se ampliaram ao decidir utilizar repositórios públicos: o de encontrar um repositório que possui metadados no padrão IEEE LOM e, quando encontrado, a falta de campos do padrão desejado, nos metadados disponibilizados pelo repositório. O primeiro problema é rapidamente percebido na pesquisa por um repositório.

Existem grandes quantidades de repositórios nas listas de repositórios (como o *Directory of Open Access Repositories - OpenDOAR* [OpenDOAR 2015]). Porém, a busca por um formato de metadados específico, é um trabalho árduo, já que essas listas, em sua maioria, não oferecem opções de filtragem de repositórios por formato desejado.

Quando encontrados repositórios que possuem formato IEEE LOM, muitas vezes, os mesmos estão incompletos. O repositório *Kobe Shoin Women's University Repository*, por exemplo, possui em seus servidores, metadados no padrão IEEE LOM, mas os utiliza apenas como agregador de palavras-chave, como apresentado na Figura 4.

```

▼<request verb="ListRecords" from="1998-01-01T00:00:00Z"
  until="2015-02-15T18:13:58Z" metadataPrefix="oai_lom">
  https://shoin.repo.nii.ac.jp/?action=repository_oaipmh
</request>
▼<ListRecords>
  ▼<record>
    ▼<header>
      <identifier>oai:shoin.repo.nii.ac.jp:00000001</identifier>
      <timestamp>2014-06-25T03:53:55Z</timestamp>
      <setSpec>00260</setSpec>
    </header>
    ▼<metadata>
      ▼<lom xmlns="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM"
        xsi:schemaLocation="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM http://ltsc.ieee.org/xsd/lomv1.0/lom.xsd">
        ▼<general>
          ▼<identifier>
            <catalog>URI</catalog>
            ▼<entry>
              https://shoin.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=1
            </entry>
          </identifier>
          ▼<title>
            <string language="ja">レキシコンと文法の制約に関する実証的研究</string>
          </title>
          <language>ja</language>
        </general>
      </lom>
    </metadata>
  </record>

```

Figura 4. Lista de Metadados Dispostos pelo Repositório "Kobe Shoin Women's University Repository".

Outro problema comum, é encontrar repositórios que possuem compatibilidade o formato IEEE LOM para seus metadados, mas não possuem nenhum objeto salvo no padrão. O repositório *The Learning Edge* é um exemplo disso. Ao realizar o teste de validação, existe a compatibilidade com o IEEE LOM, mas não há nenhum objeto disponível neste formato, como pode-se notar pelo resultado mostrado na Figura 5.

O sistema possui uma tela inicial contendo um botão que busca uma lista de metadados do repositório especificado. Devido aos problemas detectados, os testes foram realizados utilizando apenas o repositório *Japanese OER collections powered by GLOBE repository federation* (JOER).


```

<request metadataPrefix="oai_lom" verb="ListRecords">https://curve.coventry.ac.uk/open/oai</request>
▼<error code="noRecordsMatch">
  The combination of the values of the from, until, set, and metadataPrefix arguments results in an empty list.
</error>
</OAI-PMH>

```

Figura 5. Mensagem apresentada ao enviar uma requisição "ListRecords" no Repositório "The Learning Edge" no formato LOM.

6. Conclusão

Este trabalho apresentou um modelo de sistema para Recuperação de Objetos de Aprendizagem. A abordagem proposta, leva em consideração a utilização somente de OAs no formato LOM, o protocolo OAI-PMH e ROAs públicos.

Os resultados obtidos nos experimentos validam a proposta, porém, não atinge as expectativas iniciais do trabalho. Esperava-se conseguir recuperar facilmente o conteúdo que tivesse seus metadados mapeados no padrão IEEE LOM.

O modelo, quando utilizado para recuperar conteúdo em geral, funciona bem. No entanto, o que se percebeu foi que grande parte dos ROA não utiliza o formato IEEE LOM, mas em muitos casos, formatos dele derivados, onde apenas parte de seus metadados é igual ao esperado na realização do trabalho. O restante dos campos, são geralmente criados exclusivamente para o Repositório ou, ainda, utilizam formatos [Hakala 2000] que possuem uma difícil conversão para o padrão IEEE LOM [Koutsomitropoulos et al. 2010].

Um possível aprimoramento seria conceber uma forma de conversão dos metadados de outros padrões, para o padrão IEEE LOM. Sem esse aprimoramento, a utilização da abordagem ora apresentada ficaria restringida a um conjunto menor de repositórios de objetos de aprendizagem.

Para trabalhos futuros, pretende-se criar ferramentas de desenvolvimento se utilizem melhor das capacidades e do poder de representação que a Web Semântica oferece, fazendo uso de Ontologias como um conceito facilitador na recuperação do conteúdo.

Além disso, espera-se criar uma abordagem que discuta uma forma de se aproveitar dos metadados no modelo Dublin Core utilizado em grande parte dos repositórios públicos convertidos nos campos desejados do IEEE LOM.

Agradecimentos

Os autores agradecem as agências brasileiras de pesquisa CNPq, CAPES, FAPEMIG e a PROPP/UFU pelo apoio concedido a este trabalho.

Referências

- Bray, T., Paoli, J., Sperberg-McQueen, C. M., Maler, E., and Yergeau, F. (1998). Extensible markup language (xml). *World Wide Web Consortium Recommendation REC-xml-19980210*. <http://www.w3.org/TR/1998/REC-xml-19980210>.
- Campus, A. (2001). Campus alberta repository of educational objects, 2001. www.careo.org.
- de Carvalho, V. C., Dorça, F. A., Cattelan, R. G., and Araújo, R. D. Uma abordagem para recomendação automática e dinâmica de objetos de aprendizagem baseada em estilos

- de aprendizagem. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1178–1187.
- Duval, E. and Hodgins, W. (2003). A lom research agenda. In *WWW (Alternate Paper Tracks)*.
- Ferreira, F. R., Silveira, I. F., and Mustaro, P. N. (2008). Uso de redes de kohonen na recuperação personalizada de objetos de aprendizagem: Um estudo de caso no ensino de ritmos musicais brasileiros. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 1.
- Foundation, A. (2015). Ariadne validation service. <http://ariadne.grnet.gr/ariadnevalidation/validateoaitarget.jsp>. Acesso em 27/03/2015.
- Gazzola, M. G., Ciferri, C. D., and Gimenes, I. M. (2014). Seeoer: Uma arquitetura para mecanismo de busca naware por recursos educacionais abertos. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, volume 25, pages 1013–1022.
- Hakala, J. (2000). Dublin core metadata initiative. *CRIS 2000-Current Research Information Systems*.
- IEEE (2002). 1484.12.1-2002 IEEE Standard for Learning Object Metadata.
- Kemczinski, A., da Silva Hounsell, M., Gasparini, I., Gehrke Filho, R., and da Silva, T. C. (2011). Repositório de objetos de aprendizagem para a área de computação e informática-roai. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, volume 1, pages 234–243.
- Koivunen, M.-R. and Miller, E. (2001). W3c semantic web activity. *Semantic Web Kick-Off in Finland*, pages 27–44.
- Koutsomitropoulos, D. A., Solomou, G. D., Papatheodorou, T. S., and Alexopoulos, A. D. (2010). The use of metadata for educational resources in digital repositories: Practices and perspectives. *D-Lib Magazine*, 16(1):3.
- Lehman, R. (2007). Learning object repositories. *New directions for adult and continuing education*, 2007(113):57–66.
- Mohan, P. (2005). Learning object repositories. In *Informing Science and IT Education Joint Conference*.
- OAI (2015a). OAI for beginners tutorial, 2015. <http://www.oaforum.org/tutorial/>. Acesso em 25/02/2015, url = <http://www.oaforum.org/tutorial/>.
- OAI (2015b). Open archives initiative oai-pmh 2.0, 2015. <http://www.openarchives.org/pmh/>. Acesso em 25/02/2015, url = <http://www.openarchives.org/pmh/>.
- OCLC (2006). Oclc research harvester 2, 2006. <http://www.oclc.org/research/activities/harvester2/harvester2.html>.
- OCLC (2015). Oclc research. <http://www.oclc.org/research/about.html>.
- OpenDOAR (2015). Directory of open access repositories. <http://www.openoar.org/>.
- Primo, T. T., Vicari, R. M., and da Silva, J. M. C. (2010). Rumo ao uso de metadados educacionais em sistemas de recomendação. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*.

- Ribeiro, F. A. A., Fonseca, L. C. C., and de Sousa Freitas, M. (2014). Sistema de recomendação de documentos na internet utilizando meta-busca para o moodle. *Desafie - III Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação nos Anais do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, pages 618 – 626.
- Rocha, F. L., de Moraes, H. N., Fabri, L. B., Oliveira, T. d. J., Costa, A. C., Netto, C. M., da Costa, H. R., and Morais, R. C. (2011). Repositórios de objetos de aprendizagem—um estudo exploratório. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, volume 1.
- SWAP et al. (2015). Swap working group and others - jisc: Dublin core scholarly works application profile <http://www.ukoln.ac.uk/repositories/digirep/index>.
- TORREZZAN, C. A. and Behar, P. A. (2009). Parâmetros para a construção de materiais educacionais digitais do ponto de vista do design pedagógico. *Behar, PA e Colaboradores. Modelos pedagógicos em educação a distância. Porto Alegre: Artmed*, pages 33–65.
- Vian, J. et al. (2010). Sistema multiagente para indexação e recuperação aplicado a objetos de aprendizagem.
- Wiley, D. (2002). *Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy*, pages 3–23. The Agency for Instructional Technology, Bloomington, Indiana, USA.
- Yu, L. (2011). *A developer's guide to the semantic web*. Springer.