



Arquitetura para Compartilhamento de Objetos de Aprendizagem entre Instituições de Ensino

Rafael de Santiago
Mestrado em Computação Aplicada
Universidade do Vale do Itajaí
rsantiago@univali.br

André Luís Alice Raabe
Mestrado em Computação Aplicada
Mestrado em Educação
Universidade do Vale do Itajaí
raabe@univali.br

Resumo *Muitas definições para Objetos de Aprendizagem apontam a reusabilidade como principal característica dos objetos. É comum Objetos de Aprendizagem fabricados por uma instituição não serem compartilhados a outras, deste modo, a reusabilidade é comprometida, pois o uso dos mesmos fica restrito aos usuários do LMS da instituição que os criou. Devido ao problema de isolamento dos Objetos de Aprendizagem se projetou a rede LOP2P, que permite o compartilhamento entre várias instituições de ensino através de uma rede peer-to-peer, onde cada instituição será um peer. Para isto, uma arquitetura foi especificada, que resultou na codificação de dois softwares responsáveis por viabilizar o compartilhamento: (i) camada de mediação, que abstrai a complexidade de conexão da instituição com a rede de compartilhamento; e (ii) plug-in para o LMS, que conecta este sistema da instituição à camada de mediação, oferecendo os serviços de publicação, pesquisa e download de Objetos de Aprendizagem através do próprio LMS. A codificação de um protótipo da rede e diversos experimentos foram realizados. Estes demonstraram a viabilidade de utilização da rede mesmo em políticas de segurança estritas. Comparando com outras iniciativas, a rede LOP2P destaca-se por ser uma rede descentralizada, que viabiliza o acesso a seus serviços através do próprio LMS da instituição de ensino.*

Palavras-Chave: Repositórios de Objetos de Aprendizagem, Objetos de Aprendizagem, LMS.

Abstract *Many definitions of Learning Objects set the reusability as the main feature of the objects. Its common that Learning Objects are created for a institution and not shared for others, so that reusability is broken, because the its use is restrict to the LMS users of the learning institution that made them. Due to this isolation problem, the LOP2P network was designed, that allows the Learning Objects sharing to many learning institutions, though a peer-to-peer network, where each institution will be a peer. For that, a architecture was specified, that did result on the two software development, responsible to share: (i) mediation layer, that abstracts the complexity of network connection; and (ii) LMS plug-in, that connects this system to the mediation layer, offering the publish, search and download services, through the own institution LMS. The prototype development was made with many experiments. Through those, it was verified that it's possible to use the LOP2P network on institutions with strict security policies. Comparing with others initiatives, the LOP2P network is different because of peer-to-peer model, that enables its services through the own learning institution LMS.*

Keywords: Learning Objects Repositories, Learning Objects, LMS.

1 Introdução

Entre diversas definições para Objetos de Aprendizagem, uma característica é citada com frequência: a reusabilidade [1, 2, 3, 4]. Isto significa que um Objeto de Aprendizagem é criado para ser compartilhado para diversos propósitos educacionais.

Com base nesta característica, diversos padrões foram especificados com o intuito de facilitar a distribuição e a interoperabilidade dos Objetos de Aprendizagem, como por exemplo: SCORM [6], IMS Content Packaging [32] e IEEE LOM [2].

Estes padrões são utilizados por diversos LMS, que são softwares responsáveis por gerenciar o aprendizado, provendo um ambiente para interação entre professor e estudante [5]. Entretanto, para potencializar a reusabilidade dos Objetos de Aprendizagens há algumas barreiras que devem ser sobrepostas.

Muitos materiais de ensino são aplicados apenas a um propósito específico em uma instituição de ensino. Cita-se duas possíveis razões para este problema: (i) o desejo de não compartilhamento, por decisão de gestores ou professores, atribuindo licenças restritivas a Objetos de Aprendizagem, enfraquecendo o potencial de reuso; ou (ii) a ausência de mecanismos que permitam o compartilhamento. Se um Objeto de Aprendizagem é compartilhado para mais de uma instituição, o potencial de reuso será maior do que se usado por somente uma.

Uma das barreiras são as leis de direito autoral. A produção de Objetos de Aprendizagem, assim como outras obras, podem preservar os direitos de seus criadores, permitindo o livre uso. Wiley [7] defende que para permitir maior reuso, deve-se utilizar licenças como: Creative Commons License [22], GNU Free Document License [23] e Open Publication License [24]. Esta preocupação também é citada por Low *et al.* [21].

A resolução do problema abordado por Wiley [7] depende de uma mudança de postura das instituições de ensino e grupos que produzem Objetos de Aprendizagem. A existência de licenças para publicação de conteúdos de forma livre fornece subsídio necessário para que os criadores de materiais instrucionais possam distribuir Objetos de Aprendizagem livremente.

O problema da ausência de mecanismos que viabilizem compartilhamento de Objetos de Aprendizagem é apontada pelos trabalhos [12, 15, 16, 18, 19, 20, 25].

Neste contexto, destaca-se um isolamento, que impossibilita instituições de ensino de compartilharem Objetos de Aprendizagem. Isto é um problema, pois a principal filosofia dos Objeto de Aprendizagem é o reuso.

Há vários repositórios com Objetos de Aprendizagem livres que não são efetivamente usados para criação de cursos ou disciplinas, pois não há integração com os softwares das instituições de ensino (LMS). Com base no problema destacado, acredita-se que uma arquitetura que conectasse as instituições de ensino através do próprio LMS viabilizaria o compartilhamento destes materiais.

Esta perspectiva motivou a pesquisa relatada neste artigo, que apresenta uma arquitetura para prover interoperabilidade entre instituições de ensino que desejam compartilhar Objetos de Aprendizagem. A arquitetura foi projetada para conectar instituições de ensino interessadas através de uma rede chamada LOP2P (Learning Object Peer-to-Peer) utilizando o LMS como *frontend*. O principal objetivo é facilitar a conexão entre o maior número de instituições.

Os seguintes serviços são oferecidos pela rede LOP2P:

- Publicação de Objetos de Aprendizagem: publicação dos Objetos de Aprendizagem para todas as Instituições conectadas a rede;
- Procura por Objetos de Aprendizagem livres: procura por Objetos de Aprendizagem livres nas instituições conectadas; e
- Download de Objetos de Aprendizagem: depois de uma busca, um Objeto de Aprendizagem pode ser copiado através da rede.

Uma importante característica da rede LOP2P é a possibilidade da participação de Repositórios de Objetos de Aprendizagem, pois a arquitetura permite interoperabilidade com ambientes diferentes de LMS.

A filosofia da rede é compartilhar Objetos de Aprendizagem livres, semelhante a sistemas de compartilhamento Peer-to-Peer. A principal diferença é que a rede LOP2P realiza compartilhamento entre instituições de ensino ao invés de pessoas.

A rede LOP2P herda algumas características importantes de uma rede Peer-to-Peer [8]:

- não há estrutura centralizadora, que requer custos de manutenção;
- ausência de postura impositiva de uma instituição centralizadora, onde qualquer mudança de comportamento poderia afetar toda a rede;
- a rede funciona mesmo quando qualquer peer se desconecta;
- a distribuição dos recursos é mais uniforme quando há um número grande de peers (não há gargalos de estruturas centrais); e

- possui melhor performance em banda de conexão baixa.

Este artigo apresenta a rede LOP2P e está dividido em cinco seções que contemplam: detalhes sobre a arquitetura LOP2P, implementação de um protótipo para a arquitetura, comparativo da rede LOP2P com outras iniciativas e considerações finais sobre o trabalho.

2 Arquitetura LOP2P

As instituições de ensino possuem ambientes de ensino, onde estudantes podem acessar materiais instrucionais e interagir com professores e outros estudantes. A arquitetura LOP2P conecta instituições de ensino e possibilita o compartilhamento de Objetos de Aprendizagem através destes ambientes, chamados de LMS. Esta estratégia facilita o uso da rede por alunos e professores, pois o ambiente utilizado já é de uso comum.

Outra característica importante da arquitetura LOP2P é em relação a sua simplicidade de instalação, que abstrai a complexidade de conexão com diversas instituições, pois a configuração do ambiente acontece da mesma forma como se fosse conectar a apenas uma outra instituição.

Para que as características supracitadas pudessem ser possíveis, a arquitetura LOP2P foi especificada através de dois softwares: o plug-in e a Camada de Mediação. Deta-

lhes da codificação da arquitetura são descritos na seção 3.

2.1 Plug-in LOP2P

A arquitetura LOP2P foi desenvolvida, levando em consideração que o *frontend* para os usuários (estudantes e professores) seria o LMS utilizado na instituição de ensino. Para permitir isto, foi especificado um software chamado de plug-in LOP2P, que possui a função de realizar a comunicação do LMS com a rede. Como requisitos para codificação destes plug-ins, deve-se considerar o seguinte cenário:

- o plug-in deverá usar a mesma linguagem de programação utilizada na fabricação do LMS da instituição; e
- comunicações com a rede (Camada de Mediação) devem ser realizadas através de uma API de sockets sobre o TCP/IP.

A Figura 1 demonstra a arquitetura sob ponto de vista do plug-in instalado no LMS da instituição de ensino. O plug-in conecta-se com a Camada de Mediação através de sockets, o que permite acesso aos serviços disponibilizados na rede.

É possível conectar repositórios de Objetos de Aprendizagem à rede LOP2P. Para isto, deve-se desenvolver um plug-in e acoplá-lo ao software do repositório.

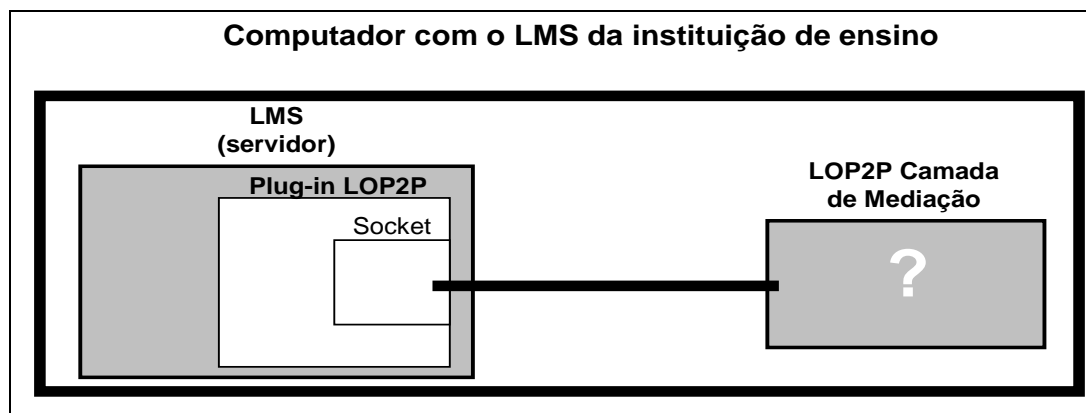


Figura 1 : Plug-in LOP2P

2.2 Camada de Mediação

A comunicação entre o LMS e a rede LOP2P não pode ser realizada somente através do plug-in. A Camada de Mediação foi especificada para abstrair a complexidade desta tarefa. Esta estratégia permite que plug-ins sejam desenvolvidos mais facilmente para diferentes LMS.

A Camada de Mediação promove a comunicação da

rede LOP2P com o plug-in, possibilitando a instituição de ensino ter acesso aos serviços da rede LOP2P. Estes serviços foram baseados na especificação IMS Digital Repositories Interoperability [9], que sugere que quatro funcionalidades sejam disponibilizadas à repositórios de conteúdo digital:

- Search / Expose: serviço responsável pela busca de Objetos de Aprendizagem;

- Gather: indicado para ser instanciado baseando-se no padrão OAI Protocol for Metadata Harvesting [10]. Esta função estabelece funções para criar repositórios intermediários, que armazenam apenas metadados dos Objetos de Aprendizagem. Na arquitetura LOP2P, estes repositórios são criados em todas as instituições de ensino, de modo a criar um catálogo de objetos presentes em outras instituições. Deste modo, a Camada de Mediação rotineiramente busca metadados dos Objetos de Aprendizagem de outros *peers*;
 - Request/Deliver: este serviço provê meios de exibir Objetos de Aprendizagem. Uma instituição de ensino realiza a requisição de visualização e a Camada de Mediação viabiliza a exibição do Objeto de Aprendizagem; e
 - Submit/Store: serviço responsável por receber requisições e realizar downloads de Objetos de Aprendizagem;
- A Figura 2 demonstra a arquitetura da Camada de Mediação. Este software recebe e envia respostas ao plug-in acoplado aos LMS.
- É sabido que os Objetos de Aprendizagem são descritos por metadados, que permitem a identificação de seu conteúdo sem a necessidade de abri-los e executá-los. Há alguns padrões utilizados para este propósito, como por exemplo, o Dublin Core e o Learning Object Metadata (LO). Devido a esta diversidade, a arquitetura LOP2P especifica um mecanismo presente na Camada de Mediação chamado de Tradução de Metadados. Esta tradução ocorre de acordo com a técnica de mapeamento de ontologias [11], que é uma técnica que estabelece que dois metadados podem ser traduzidos de um por outro, utilizando uma ontologia que identifica as similaridades entre os metadados. Um dos trabalhos relacionados ao esforço de tradução de metadados de ontologias relacionadas a Objetos de Aprendizagem é relatado por Flôr [27].

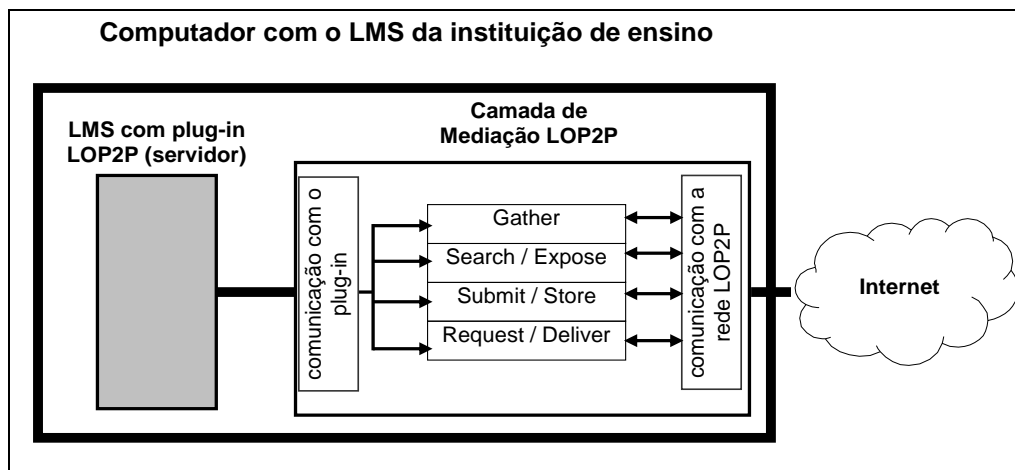


Figura 2 : Arquitetura da Camada de Mediação LOP2P

3 Implementação do Protótipo

Para promover uma discussão sobre a arquitetura LOP2P, esta seção discute aspectos relacionados a implementação do protótipo que validou a rede LOP2P.

No cenário de implementação do protótipo foram utilizados:

- o LMS MOODLE. Foi desenvolvido um plug-in para comunicação deste com a rede LOP2P na linguagem PHP (mesma linguagem do LMS); e

- a linguagem Java, para implementação da Camada de Mediação, devido a portabilidade.

As subseções à seguir descrevem a implementação de um protótipo para o plug-in e da Camada de Mediação, detalhes dos experimentos realizados com os protótipos e é realizada uma discussão sobre aspectos relacionados às políticas de segurança nas instituições em relação a rede LOP2P.

3.1 Codificação do Plug-in

O principal objetivo do plug-in LOP2P é habilitar o

LMS da instituição para ser o *frontend* da intervenção de professores e estudantes da instituição de ensino com a rede LOP2P. Para avaliar a codificação deste software, foi desenvolvido um plug-in no formato de Bloco para o LMS *open source* MOODLE.

A comunicação do plug-in com a Camada de Mediação foi realizada através da extensão "php_sockets" da linguagem PHP.

A codificação levou cerca de trinta horas por um programador com mais de três anos de experiência na linguagem de programação PHP e um ano de experiência de uso e desenvolvimento no MOODLE.

Para facilitar uma posterior extensão do plug-in LOP2P por membros da comunidade de Software Livre, utilizou-se o padrão de projeto Facade. Este padrão permitiu separar duas interações fundamentais que o plug-in realiza: com o LMS e com a Camada de Mediação. Deste modo, é possível isolar melhor problemas provenientes de codificação incompleta, ou dividir tarefas para pessoas habilitadas em trabalhar com cada uma destas interações.

3.2 Codificação da Camada de Mediação

O propósito da Camada de Mediação é garantir comunicação entre o LMS e a rede LOP2P. Para realizar isto, a Camada de Mediação comunica-se com o plug-in instalado no LMS, oferecendo quatro serviços da rede LOP2P.

Uma condução bem sucedida da codificação da Camada de Mediação pode ser utilizada para todas as instituições que desejam conectar-se a rede. Para isto, é importante desenvolvê-la utilizando uma linguagem multi-plataforma, que possa ser executada em diversos Sistemas Operacionais e arquiteturas de computadores.

Devido a estas considerações, a implementação do protótipo da Camada de Mediação foi realizada utilizando a linguagem Java. O uso desta linguagem também permitiu que fosse utilizado o framework JXTA, que abstrai as especificidades de uma rede Peer-to-Peer. Este framework é indicado por diversos trabalhos na comunidade científica, como por exemplo [8, 13, 14].

A comunicação com o plug-in acoplado ao LMS foi realizada através da API de sockets padrão do Java. Deste modo a aplicação Camada de Mediação (Java) conseguiria comunicar-se com o plug-in LOP2P (PHP).

A codificação deste protótipo foi realizada em cinquenta horas por um programador com cinco anos de experiência em Java.

3.3 Detalhes Importantes da Codificação da Camada de Mediação

Para garantir que a rede LOP2P funcionasse de forma

apropriada em uma instituição de ensino, alguns experimentos foram realizados. Estes experimentos foram divididos em cinco etapas e são detalhados na Tabela 1.

As duas primeiras etapas foram realizadas para verificar se haviam problemas de funcionalidade ou fenômenos não contemplados durante a especificação e codificação.

A etapa 3 iniciou os testes em um ambiente com duas redes distintas. Todas as duas redes possuíam conexões com a Internet. Uma utilizava o tipo DSL doméstico e a outra utilizava a tecnologia 3G. Nesta etapa surgiram problemas relacionados a restrições de velocidade (principalmente qualidade de conexão) e limitações da Internet 3G.

Utilizando o mesmo ambiente de rede da etapa anterior, a etapa 4 tinha o objetivo de avaliar múltiplas redes, utilizando *firewalls* e *proxies*, os resultados não puderam aferir que a rede funcionava em ambiente semelhante ao utilizado nas instituições de ensino, devido aos mesmos problemas descritos na etapa 3.

Na última etapa, o ambiente de teste foi semelhante ao que a rede LOP2P deve utilizar. Duas instituições de ensino do estado de Santa Catarina participaram desta avaliação: a Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O ambiente de testes possuía *firewalls*, subredes e *proxies*, considerando que estes são pontos que poderiam demonstrar alguma fragilidade do protótipo. No entanto, as trocas de Objetos de Aprendizagem ocorreram sem impedimentos, o que validou a rede e determinou a crença de que os problemas relacionados às etapas 3 e 4 eram vinculados a problemas de qualidade de conexão e restrições dos serviços de Internet utilizados.

As etapas foram importantes para determinar se a rede proposta pela arquitetura LOP2P poderia ser empregada em ambientes encontrados em empresas e instituições de ensino.

Algumas contribuições serão demonstradas a seguir, com o intuito de oferecer a outros pesquisadores uma perspectiva de quais medidas podem ser tomadas em ambientes com barreiras impostas pelas políticas de segurança institucionais.

3.4 LOP2P e Barreiras Institucionais

Como *firewalls* e *proxies* podem interferir no funcionamento da Camada de Mediação, algumas iniciativas podem ser tomadas para permitir que instituições com políticas de segurança muito restritivas possam se conectar a rede LOP2P.

Para estes problemas, o *framework* JXTA possui uma solução: uma conexão da instituição de ensino com um *peer* externo (chamado de Relay/Rendezvous.). Indican-

do à Camada de Mediação o endereço do proxy HTTP utilizado na instituição e o endereço e liberar o acesso a uma porta e ao endereço externo relacionado ao *peer* Relay /Rendezvous (ilustrado na Figura 3). Com esta estratégia não é necessário alterar as políticas de segurança da instituição de ensino.

Com isso, a Camada de Mediação realiza uma conexão através do proxy HTTP com o *peer* Relay/Rendezvous, atravessando o *firewall* da instituição. Todas as requisições e resposta à Camada de Mediação são endereçadas ao destino correto.

Etapa	Objetivo	Resultados
1	Testar três peers em uma rede local com peers que se localizavam automaticamente(Adhoc)	Pesquisa e troca de Objetos de Aprendizagem ocorreram sem dificuldades.
2	Testar três peers em uma rede local com peer configurado para publicar lista de peers	Pesquisa e troca de Objetos de Aprendizagem ocorreram sem dificuldades.
3	Testar de peer em ambiente fora da rede local (rede 3G) com lista de peers localizados em uma mesma rede. Teste em ambiente com <i>firewall</i> , subrede e <i>proxy</i> .	Instabilidade na busca e troca de Objetos de Aprendizagem. Crença de que o problema estava sendo ocasionado pela instabilidade da rede 3G.
4	Um peer em uma rede local foi designado para ser a lista dos peers da rede LOP2P. Um peer na mesma rede e um peer na rede 3G foi utilizado para testar a troca de OAs. O peer de lista foi utilizado para conectar as duas instituições (publicado na Internet e sem restrição de portas). Teste em ambiente com <i>firewall</i> , subrede e <i>proxy</i> .	A troca por OAs ocorreu perfeitamente com o peer da rede 3G efetuando download. Quando se fez a solicitação de upload de OAs deste peer instabilidades impossibilitaram operação. Crença de que o problema de instabilidade estava sendo causado pela rede 3G aumentou.
5	Teste em ambiente conectando duas instituições de ensino (UNIVALI e UFSC). Um peer de lista foi utilizado para conectar as duas instituições (publicado na Internet e sem restrição de portas). Os peers possuíam sistemas operacionais diferentes (Windows XP e FreeBSD). Teste em ambiente com <i>firewall</i> , subrede e <i>proxy</i> .	Trocas de objetos ocorreram sem dificuldades

Tabela 1: Experimentos realizados no protótipo da Camada de Mediação LOP2P

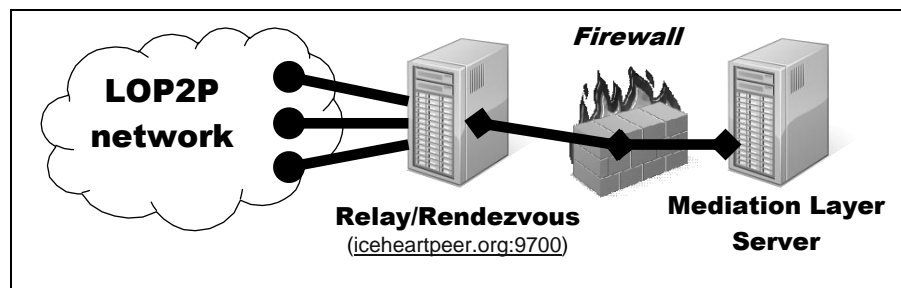


Figura 3 :Estratégia adotada para instituições com restrições de ensino com políticas de segurança estritas.

4. Comparativo

Há muitas iniciativas para compartilhamento de Objetos de Aprendizagem: ARIADNE [12], Edusource [16],

Edutella [18], GLOBE[25], LionShare [20], LOMster [15] e Rosa P2P [19]. A originalidade da arquitetura LOP2P está em prover uma interação entre as instituições de ensino em uma rede *peer-to-peer*, onde os *peers* são as próprias instituições.

A Tabela 2 demonstra as principais diferenças entre alguns sistemas que compartilham Objetos de Aprendizagem.

Entre LOP2P e ARIADNE há uma semelhança: as duas iniciativas possuem um plug-in para o LMS MOODLE. Deste modo, os professores podem adicionar Objetos de Aprendizagem provenientes da rede GLOBE [26] (ARIADNE, LORNET, MERLOT e outros) à seus ambientes.

A principal diferença em relação ao plug-in da rede LOP2P, é que com ele professores podem compartilhar qualquer material de seus cursos e adquirir gratuitamente Objetos de Aprendizagem de outras instituições. Deste modo, as instituições de ensino tornam-se repositórios de Objetos de Aprendizagem.

Uma importante característica da rede LOP2P é que somente aceita compartilhamento de Objetos de Aprendizagem com uma licença de livre uso, aumentando o potencial de uso de objetos, pois ainda há necessidade de

pagar para utilizá-los.

Há diversos repositórios de Objetos de Aprendizagem que possuem uma grande quantidade de objetos para recuperação. Algumas destas iniciativas são ARIADNE KPS [12], Edusource [16], GLOBE [25] e RIVED [17].

Uma instituição desejando se conectar a várias instituições deve realizar uma conexão com cada uma delas. Outra possibilidade é conectar a estruturas centralizadas, como o GLOBE, que estabelece uma rede entre diferentes repositórios de Objetos de Aprendizagem. A rede LOP2P pode adicionar estes repositórios. Para isto, eles devem criar ou reutilizar um plug-in que se conecte a uma Camada de Mediação conectada a rede LOP2P.

Deste modo, podem ser conectados à rede: LMS, Learning Content Management Systems (LCMS) e outros LOWare (sistemas que auxiliam na autoria ou visualização de Objetos de Aprendizagem).

Sistema	Conecta quem?	Como conecta?	Exclusivamente OAs livre?
ARIADNE	Redes de Objetos de Aprendizagem e provê busca	Conecta repositórios de Objetos de Aprendizagem e provê aplicação cliente para busca federada.	Não
Edusource	Rede conecta repositórios de Objetos de Aprendizagem	Conecta através da aplicação cliente. Uma API é oferecida para conectar a rede.	Não
LionShare	Usuários autorizados de instituições de ensino	Um software que conecta diferentes usuários de diferentes máquinas através de rede Peer-to-Peer.	Não
LOMster	Qualquer pessoa que deseja compartilhar Objetos de Aprendizagem	Conecta usuários através de uma rede Peer-to-Peer utilizando um software similar ao Kazaa ou LimeWire.	Não
LOP2P	Principalmente instituições de ensino que desejam compartilhar Objetos de Aprendizagem. Pode conectar diferentes sistemas LOWare (LMS, LCMS, entre outros)	Conecta utilizando o LMS como <i>front-end</i> . Cada instituição de ensino é um <i>peer</i> da rede Peer-to-Peer.	Sim
Rosa P2P	Conecta usuários do LCMS Rosa LOP2P	Conecta através de um software específico, chamado Rosa-P2P. Usa rede Peer-to-Peer.	Não
GLOBE	Conecta usuários de diversas redes de Objetos de Aprendizagem (ARIADNE, LORNET, MERLOT, entre outros)	Conecta através de um modelo Cliente/Servidor mantida pela aliança Global Learning Objects Brokered Exchange.	Não

Tabela 2: Sistemas que compartilham Objetos de Aprendizagem

5. Considerações finais

A rede LOP2P permite que instituições de ensino conectem-se em uma rede de cooperação, com objetivo de compartilhar Objetos de Aprendizagem. Para isto, as instituições utilizam o próprio LMS como interface de recuperação e publicação destes materiais.

A rede LOP2P vem sendo alvo de recentes trabalhos de pesquisa, com o intuito de melhorar a qualidade dos serviços de compartilhamento que a mesma possui.

O trabalho relatado em [28], demonstra uma pesquisa direcionada à rede LOP2P com o intuito de selecionar um padrão para empacotamento do Objeto de Aprendizagem. Segundo os resultados da pesquisa, o SCORM demonstrou maiores vantagens à rede LOP2P e foi adotado como padrão oficial.

A partir desta decisão, para facilitar o uso pelos professores, os plug-ins da rede LOP2P devem realizar o empacotamento SCORM dos materiais que os professores possuem nos ambientes de suas turmas no LMS da instituição.

Quanto ao mecanismo de tradução de metadados de Objetos de Aprendizagem, um trabalho inicial já foi realizado em [27]. Sua continuação está sendo realizada através de outro Trabalho de Conclusão de Curso, com o intuito de permitir que metadados em diversos formatos possam ser beneficiados. Deste modo, a descrição dos Objetos de Aprendizagem compartilhados pela rede LOP2P poderão estar em diversos padrões distintos.

Atualmente, a rede LOP2P está recebendo um novo comportamento: o compartilhamento de Objetos de Aprendizagem ou fragmentos dos mesmos. De forma semelhante aos *torrents* [29, 30]. Esta funcionalidade permite que instituições possam auxiliar no compartilhamento de Objetos de Aprendizagem, mesmo sem possuírem o arquivo completo do objeto. Deste modo, o download de um objeto poderá ser realizado através de fragmentos de várias instituições ao mesmo tempo, evitando gargalos na rede.

Há um site para a comunidade LOP2P.org [31], que foi desenvolvido com o intuito de angariar parcerias para apoiar a rede LOP2P. Espera-se que com a publicação deste artigo, seja possível atingir um número maior de pessoas e instituições interessadas.

Referências

- [1] D. A. Wiley. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. <http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.d>

oc, Jan. 2009.

- [2] LTSC IEEE. Learning Object Metadata Standard. <http://www.ieeeltsc.org/working-groups/wg12LOM/lomDescription>, Out. 2007.
- [3] S. R. Quinton. Contextualization of Learning Objects to Derive a Meaning. In *Learning Objects: theory, praxis, issues, and trends*. Informing Science Press, 2007, ISBN 83-922337-6-X.
- [4] J. Taylor, J. Slay, F. Kurzel. An Ontological Approach to Learning Objects, In *Learning Objects: applications, implications, and future directions*. Informing Science Press, 2007, ISBN 83-922337-8-6.
- [5] S. Irlbeck, J. Mowat. Learning Content Management System (LCMS), In *Learning Objects: standards, metadatas, repositories, and LCMS*. Informing Science Press, 2007, ISBN 83-922337-5-1.
- [6] Advanced Distributed Learning. Sharable Content Object Reference Model: overview, 3rd. ed., 2004.
- [7] D. A. Wiley. Impediments to Learning Object Reuse and Openness as a Potential Solution, In *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 17, n. 2, Out. 2009.
- [8] N. Maibaum, T. Mundt. JXTA: A Technology Facilitating Mobile Peer-To-Peer Networks, In *Proc. of International Workshop on Mobility and Wireless Access*, 2002, ISBN: 0-7695-1843-5.
- [9] IMS Global Learning Consortium. IMS Digital Repositories Interoperability: core functions: information model, 2003.
- [10] Open Archives Initiative. The Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting, vol. 2, 2004.
- [11] D. Gašević and M. Hatala. Ontology mappings to improve learning resource search, In *British Journal of Educational Technology*, v. 37, n. 3, 2006, ISSN 0007-1013.
- [12] S. Ternier, K. Verbert, G. Parra, B. Vandeputte, J. Klerkx, E. Duval, V. Ordóñez, X. Ochoa. The Ariadne Infrastructure for Managing and Storing Metadata. In *IEEE Internet Computing*, v. 13, n. 4, 2009, ISSN 1089-7801.
- [13] M. Bisignano, A. Calvagna, G.D. Modica, O. Tomarchio. Expeerience: a JXTA middleware for mobile ad-hoc networks, In *Proc. of Third International Conference on Peer-to-Peer Computing*, 2003, ISBN 0-7695-2023-5.
- [14] J.M. Signeur, G. Biegel C. Damsgaard. P2P

- with JXTA-Java pipes, In *Proc. International Conference on Principles and Practice of Programming in Java*, 2 ed. ACM Press, 2003, ISBN 0-9544145-1-9.
- [15] S. Ternier, E. Duval, P. Vandepitte. LOMster: peer-to-peer learning object metadata, In *Proc. of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, 2002, ISBN 1-880094-45-2.
- [16] M. Hatala, G. Richards, T. Eap, J. Willms. The Interoperability of Learning Object Repositories and Services: Standards, Implementations and Lessons Learned, In *Proc. World Wide Web Conference*, 13 ed. ACM Press, 2004, ISBN: 1-58113-844-X.
- [17] A.C. Nascimento, E. Morgado. Um projeto de colaboração Internacional na América Latina. <http://www.rived.mec.gov.br/artigos/rived.pdf>, Maio 2008.
- [18] W. Nejdl, B. Wolf, C. Qu, Edutella: a P2P networking infrastructure based on RDF, In *Proc. of the Eleventh International World Wide Web Conference*. ACM Press, 2002.
- [19] G.A.D.D. Brito, A.M.C. Moura, Sistema ROSA - P2P: uma Arquitetura Distribuída para Integração de Objetos de Aprendizagem, In *Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Educação*, 2005.
- [20] Lionshare. Connecting and Extending Peer-to-Peer Networks - LionShare White Paper. <http://lionshare.its.psu.edu/community/lionsharewp.pdf>, Out. 2009.
- [21] B. Low, K. Cassidy, D. Fergusson, M. Atkisson, E. V. Meer, M. Mcgeever. Distributed Computing Education, Part 5: coming to terms with intellectual property rights, In *IEEE Distributed Systems Online*, v. 9, n. 12, 2008, ISSN 1541-492.
- [22] Creative Commons. Site of Creative Commons License. <http://creativecommons.org>, Jan. 2009.
- [23] GNU. GNU Free Documentation License. <http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>, Jan. 2009.
- [24] Open Content. Open Publication License. <http://opencontent.org/openpub>, Jan. 2009.
- [25] GLOBE. About GLOBE. <http://globe-info.org/en/aboutglobe>, Maio, 2009.
- [26] ARIADNE – MOODLE. ARIADNE MOODLE download. http://www.ariadne-zeu.org/index.php?option=com_content&task=view&id=50&Itemid=80, Out. 2009.
- [27] F. O. Flôr. APTO: API para tradução de ontologias em XML. Trabalho de Conclusão de Curso em Ciência da Computação, Fundação Universidade do Vale do Itajaí, Junho 2009.
- [28] G. S. Nobrega, R. Santiago, A. Vahldick. Estudo sobre Objetos de Aprendizagem para Compartilhamento na Rede LOP2P. In *Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 2010.
- [29] C. Carmack. How BitTorrent Works. <http://computer.howstuffworks.com/bittorrent.htm>, Abril 2011.
- [30] B. Kovalchek, R. Bailey, M. Bent. Peer-to-Peer Networks and File Sharing. <http://sites.google.com/site/cosc111s10/home/case-study-reports---section-15/briellekovalchek-ryan-bailey-michael-bent>, Abril 2011.
- [31] R. Santiago. LOP2P.org: connecting learning institutions for a better world. <http://lop2p.org/>, Abril 2011.
- [32] IMS GLC - IMS Content Packaging. <http://www.imsglobal.org/content/packaging/>, Junho 2011.