

7 Conclusão

Este trabalho propôs uma solução para a integração de repositórios de LOs numa comunidade de *e-learning*. Uma comunidade de *e-learning* consiste de instituições que participam de forma cooperativa com o propósito de compartilhar materiais didáticos entre si. A estratégia adotada utiliza uma abordagem *mediador-tradutor* com uso de tecnologia de serviços *Web*.

Os principais aspectos presentes no ambiente de uma comunidade de *e-learning* levam em consideração a distribuição, heterogeneidade de padrões de metadados educacionais e de modelos de BDs, além da diversidade de tecnologias utilizadas.

Diante dos problemas levantados foi especificada uma arquitetura, na qual diversos serviços foram especificados para atender aos aspectos mencionados anteriormente.

É característico do cenário de uma comunidade de *e-learning* a presença de sistemas computacionais distribuídos que rodam em diversas plataformas, com diferentes tecnologias. Neste trabalho, o emprego da tecnologia de serviços *Web* serve como principal via de comunicação entre os sítios que participam da comunidade de *e-learning*.

Aplicações baseadas em serviços *Web* permitem a integração de sistemas distribuídos e heterogêneos. Isso é conseguido devido ao uso de padrões estabelecidos (HTTP, SOAP, WSDL e XML), permitindo a comunicação, independente de plataforma e linguagem, sem demandar um grande esforço de desenvolvimento.

Outro importante tema de estudo deste trabalho foi o tratamento da heterogeneidade entre os padrões de representação de metadados, o qual se iniciou com a elaboração de um estudo detalhado acerca dos padrões (IEEE LOM, ARIADNE e DC) adotados pela arquitetura.

Como fruto desse estudo foi especificada uma ontologia para cada padrão, representada em OWL, com o intuito de prover uma formalização de cada padrão.

A partir das ontologias geradas, foi construída uma ontologia comum, que corresponde a uma visão geral dos conceitos representados pelas demais ontologias.

Outro aspecto relevante do trabalho diz respeito à estratégia utilizada no processo de refinamento de consultas, onde através da especificação de regras previamente definidas, uma fonte pode receber consultas reescritas de forma mais apurada.

7.1. Contribuições e Resultados

Embora tenhamos utilizado a arquitetura de mediadores e tradutores, já consolidada científica e comercialmente, vale a pena ressaltar a natureza inovadora deste trabalho, o qual utiliza serviços *Web* e ontologias como forma de dirimir a heterogeneidade presente no desenvolvimento dos componentes de *software* necessários. Isso também promoveu uma maior interoperabilidade e reuso dos serviços.

Além disso, o uso de ontologias como forma de representação dos padrões de metadados possibilitou uma especificação mais rigorosa dos mapeamentos entre padrões, bem como um melhor entendimento dos conceitos envolvidos nos mesmos.

A seguir, são enumeradas as contribuições e resultados deste trabalho:

- A especificação de uma arquitetura de mediadores e tradutores em multicamadas baseada em serviços *Web* para prover o compartilhamento de LOs entre fontes distribuídas e heterogêneas.
- A criação de ontologias visando à formalização dos conceitos especificados pelos padrões Ariadne, DC e LOM.
- A construção de um modelo global (ontologia comum) a partir das ontologias dos padrões adotados. Essa ontologia comum pode ser reutilizada por outros trabalhos.
- Desenvolvimento de um protótipo que implementa as principais funcionalidades do sistema LORIS, o qual foi aplicado ao projeto PGL.

Os trabalhos desenvolvidos ao longo da dissertação resultaram na publicação de dois artigos: “*Metadata Replication in E-Learning Using Web-Services and Ontologies*” [61] e “*Integrating Repositories of Learning Objects Using Web-Services to Implement Mediators and Wrappers*”[89]. O primeiro artigo constitui um trabalho inicial que utiliza a abordagem de consultas distribuídas com replicação. Uma evolução desse trabalho é apresentada no segundo artigo, que apresenta um resumo das idéias detalhadas nesta dissertação.

7.2.

Considerações envolvendo os Trabalhos Relacionados

O projeto Integra lida com a heterogeneidade no nível do domínio de conhecimento, abordando diferentes contextos e fazendo o uso de ontologias, assim como o projeto IBHIS que é aplicado no domínio social e da saúde. Em LORIS, todas as fontes pertencem ao mesmo contexto (*e-learning*). Entretanto, LORIS lida com diversos padrões de metadados e cada um pode ser implementado em modelos de BDs diferentes.

O projeto Edutella adota a abordagem P2P, incluindo serviços de mediação entre os pares. LORIS utiliza a abordagem mediador-tradutores. Embora ambos provêem o compartilhamento de LOs, deve se considerar que LORIS permite que os LOs sejam armazenados em modelos de BDs distintos, enquanto que no projeto Edutella o modelo considerado é o RDF.

O projeto ONES dispõe de serviços *Web* na implementação dos tradutores e trabalha com ontologias para o tratamento das heterogeneidades. LORIS apresenta uma estrutura similar, contudo, em LORIS, os LOs são representados em padrões de metadados distintos, enquanto que no portal ONES os LOs são representados num único modelo que corresponde a uma extensão do padrão LOM.

O sistema MIWEB trabalha com tradutores para fontes Google, Citeseer e NewEconomy, que utilizam do componente *mapeador* para a conversão do resultado de suas consultas para o padrão LOM, o esquema de metadados usado pelo componente *mediador*. Em LORIS, a camada de mediação é organizada em multicamadas, onde cada subcamada possui um mapeador específico de um padrão de metadados.

Deste modo, LORIS, combina a flexibilidade provida pelos serviços *Web* na arquitetura de mediadores e tradutores em multicamadas (escondendo dos usuários as heterogeneidades dos padrões) com o formalismo proporcionado pelas ontologias no tratamento da heterogeneidade. O resultado é uma arquitetura mais robusta que permite mais transparência aos usuários.

7.3. Trabalhos Futuros

O trabalho desenvolvido nesta dissertação propõe uma arquitetura para compartilhamento de LOs, sendo considerados diferentes padrões para a representação de seus metadados no contexto de *e-learning*.

Nesta seção, são apontados novos rumos que podem dar seguimento à pesquisa desenvolvida nesta dissertação. A seguir, são discutidas algumas propostas para trabalhos futuros:

- Um estudo visando a generalização da arquitetura LORIS com o intuito de criar-se um *framework* capaz de lidar não apenas com LOs, mas também objetos de outros domínios. O que levaria à consideração de outros meta-esquemas/padrões de metadados, tais como MeSH, no contexto de Medicina; e *Geographic Information – Metadata* (ISO 19115) do domínio de SIGs (Sistemas de Informação Geográfico).
- A implementação das funcionalidades que não foram contempladas na primeira versão do protótipo LORIS, tais como, interface gráfica para administração dos participantes da comunidade; validação dos esquemas XML, etc.
- A especificação de regras de inferência que possam enriquecer semanticamente a busca. Essas regras podem ser aplicadas aos relacionamentos entre LOs, conforme definido pelo padrão de metadados IEEE LOM, através da categoria *relation*. Considere como exemplo, três LOs cujos identificadores são: LO_1 , LO_2 e LO_3 . Esses LOs estão relacionados da seguinte maneira: LO_1 é pré-requisito de LO_2 e LO_2 é pré-requisito de LO_3 . A partir da definição desses relacionamentos e considerando a regra de transitividade

válida para “*pré-requisito*”, conclui-se, através de inferência que LO_1 é pré-requisito de LO_3 .

- Uma visão da arquitetura com enfoque na performance e segurança. Há uma discussão sobre a performance de serviços *Web* quanto ao uso de SOAP, que deveria ser simplificado. Então, LORIS deveria considerar estas questões.