

Uma Proposta de Pesquisa de Objectos de Aprendizagem baseada em Metadados

CÉLIO GONÇALO MARQUES

Instituto Politécnico de Tomar. Quinta do Contador, Estrada da Serra. 2300-313 Tomar, Portugal. + 351 249 328 100
celiomarques@ipt.pt

RICARDO CAMPOS

Instituto Politécnico de Tomar. Quinta do Contador, Estrada da Serra. 2300-313 Tomar, Portugal. + 351 249 328 100
ricardo.campos@ipt.pt

ANA AMÉLIA AMORIM CARVALHO

Universidade do Minho. Campus de Gualtar. 4710-057 Braga, Portugal. + 351 253 604 620
aac@iep.uminho.pt

RESUMO

Os objectos de aprendizagem prometem reduzir o investimento na produção de conteúdos de qualidade. Esta abordagem garante também uma maior flexibilidade na produção dos cursos, um ensino mais personalizado e uma partilha mais fácil de conteúdos. Todavia, esta ainda não é uma área estável, existindo várias barreiras técnicas e culturais que precisam de ser ultrapassadas. Nesta comunicação, começamos por descrever a importância dos metadados na identificação, descrição, gestão e localização dos objectos de aprendizagem. De seguida, analisamos a forma como os objectos de aprendizagem são armazenados em repositórios, descrevendo várias iniciativas neste domínio. Como forma de ultrapassar a dificuldade em pesquisar os objectos de aprendizagem propomos uma nova abordagem de pesquisa de objectos de aprendizagem.

Palavras-Chave

Metadados, Objectos de Aprendizagem, Pesquisa, Repositórios.

1. INTRODUÇÃO

Um objecto de aprendizagem, de acordo com [27], corresponde a qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para apoiar a aprendizagem. Esta definição abrange qualquer recurso digital que possa ser distribuído através da Internet, seja ele pequeno (imagens, fotografias, vídeos, sequências áudio, pequenos textos, animações e pequenas aplicações Web) ou grande (páginas Web que combinam textos, imagens e outros *media* ou aplicações, com o propósito de construir experiências completas).

Segundo [22] e [27] esta abordagem tem a sua origem num paradigma da área das ciências da computação – a programação orientada a objectos –, em que a ideia é criar componentes (objectos) que possam ser reutilizados em diversos contextos, reduzindo os custos de investimento e de esforço no que se refere à programação.

De acordo com [29], as três principais propriedades de um objecto de aprendizagem são a facilidade de pesquisa (pois é fácil localizá-lo), a acessibilidade (pois é fácil obtê-lo) e a granularidade. Este último atributo está relacionado com o tamanho do objecto de aprendizagem. Quanto maior for a granularidade dos objectos de aprendizagem maior será a sua possibilidade de reutilização. Contudo, perde-se em contexto, a sua gestão é mais difícil e mais elevados se tornam os seus custos de produção e manutenção [24].

Um componente inseparável do objecto de aprendizagem são os metadados. Poder-se-á dizer que são rótulos que têm como objectivo facilitar a identificação, descrição, gestão e localização dos objectos de aprendizagem. Apesar da sua reconhecida importância, vários problemas têm condicionado o seu propósito [15]. Actualmente, a sua criação e utilização constitui um dos grandes desafios da abordagem centrada nos objectos de aprendizagem.

O armazenamento e a gestão dos objectos de aprendizagem são feitos com recurso a repositórios. [23] refere-se a eles como as bibliotecas da Era do e-Learning. Apesar da sua grande evolução, alguns dos maiores problemas relacionados com a partilha dos objectos de aprendizagem devem-se às suas limitações.

Apesar de ser uma abordagem emergente, tem-se assistido a um rápido crescimento do número de produtores de objectos de aprendizagem, de ferramentas de autoria, de ambientes de aprendizagem (Learning Management Systems - LMSs e Learning Content Management Systems - LCMSs) e de repositórios, o que veio ampliar a necessidade de normalização. O Sharable Content Object Reference Model (SCORM) é o exemplo mais importante neste campo.

Acreditamos que a utilização de objectos de aprendizagem na educação e na formação apresenta um enorme potencial para melhorar a forma como os recursos de aprendizagem são criados, desenvolvidos e distribuídos. Contudo, esta ainda não é uma área estável, como se pode constatar nos problemas associados aos metadados, nas limitações dos repositórios e nas dificuldades relacionadas com pesquisa de objectos de aprendizagem.

Este facto levou-nos a arquitectar uma abordagem que permite a pesquisa de objectos de aprendizagem com diferentes estruturas de metadados, diferentes esquemas de ontologias, em múltiplos repositórios através da definição de um motor de pesquisa assente na indexação automática dos metadados e na apresentação dos resultados através de uma organização hierárquica.

2. METADADOS

Etimologicamente o vocábulo “metadados” significa dados sobre dados. Quando aplicado aos objectos de aprendizagem serve para designar um conjunto de dados estruturados usados para auxiliar a sua identificação, descrição, gestão e localização. Tal como o título, o autor, a edição, o ano, a editora e o ISBN facilitam a pesquisa de um livro numa biblioteca, os metadados são determinantes para se alcançar determinado objecto de aprendizagem num repositório.

Os metadados também permitem mostrar relações entre objectos de aprendizagem, para que se possam realizar combinações que dêem origem a conteúdos de aprendizagem significativos [10] [28], e são determinantes para a descrição do contexto [24].

De acordo com [10] e [17], os metadados podem ser objectivos ou subjectivos. Como exemplos de metadados objectivos temos o nome do autor, a data, o número de identificação e os requisitos operacionais; os metadados subjectivos estão relacionados com a opinião da pessoa que os criou. Já [21] classifica-os em três tipos: descritivos, administrativos e estruturais. Os metadados descritivos são usados para pesquisar objectos de aprendizagem; os metadados administrativos são usados para gerir e preservar os objectos de aprendizagem no repositório; os metadados estruturais são usados para apresentação e armazenamento dos objectos de aprendizagem num repositório [21].

Os metadados também podem ser classificados de acordo com a forma como são relacionados com o objecto de aprendizagem: metadados embebidos quando estes são embebidos no código dos objectos de aprendizagem; metadados associados quando os metadados são armazenados num ficheiro que acompanha o objecto de aprendizagem e que é ligado a este, geralmente, através de linguagem XML; e metadados separados quando os metadados se encontram separados dos objectos de aprendizagem, usualmente, em bases de dados, possuindo apenas uma ligação para eles [4].

A inserção dos metadados no objecto de aprendizagem pode ser feita através de aplicações como o ALOHA, o Curriculum Online Tagging Tool, o DC-dot, o Dunet Metadata Editor, o LOM Editor, o LOMPad, o Metadata Generator Pro 2004, o Metawiz, o MetaBrowser, o Reggie Metadata Editor ou o Splash.

A necessidade de uniformizar os metadados nos objectos de aprendizagem levou à criação de várias normas e especificações que se distinguem pelo número de elementos, pelas características dos elementos, pela linguagem de codificação utilizada, etc. [15]. O Learning Object Metadata (LOM) é visto como a grande referência neste domínio.

O LOM surgiu em 2002 como a primeira norma formalmente adoptada para objectos de aprendizagem. Esta norma, também conhecida por IEEE 1484.12.1-2002, é constituída por sessenta e oito elementos agrupados em nove categorias: Geral, Ciclo de Vida, Meta-Metadados, Técnica, Educacional, Direitos, Relação, Anotação e Classificação [11]. Para que o preenchimento dos campos não obrigasse a um esforço considerável e se tornasse pouco prático, todos os elementos são opcionais. Se por um lado é uma vantagem deste modelo, por outro lado constitui um problema, pois pode originar falta de informação importante [15].

Actualmente também é possível encontrar inúmeros perfis de aplicação do LOM, estruturas de metadados construídas a partir LOM para satisfazer necessidades específicas, sejam elas culturais, profissionais ou de qualquer outro tipo. Os perfis de aplicação do LOM podem ser agrupados em quatro grupos: os que combinam elementos do LOM com elementos de outras estruturas de metadados como o UK LOM Core – UK Learning Object Metadata Core; os que personalizam ou estendem os elementos do LOM como o CLEO Metadata; os que reduzem o número de elementos do LOM como o CanCore – Canadian Core Learning Resource Metadata Application Profile; e os que reduzem os

elementos do LOM e acrescentam mais alguns como o HEAL Metadata.

Apesar de não ser uma estrutura de metadados específica para objectos de aprendizagem, o Dublin Core Metadata Element Set (DCMES) é também uma das estruturas mais utilizadas. Esta estrutura possui dois níveis: Simple Dublin Core e Qualified Dublin Core. O Simple Dublin Core é constituído por quinze elementos. O Qualified Dublin Core é uma extensão do Simple Dublin Core, apresentando mais três elementos e um grupo de qualificadores para tornar as pesquisas mais precisas [9]. Uma das suas grandes vantagens (e também a sua maior limitação) está no facto de cada um dos elementos ser suficientemente amplo e abrangente para poder abarcar um grande número de situações.

O EdNA Metadata Standard, o GEM Element Set, a ARIADNE Metadata, a IMS Learning Resource Meta-Data Specification e o Metadata Standard for Learning Resources (em desenvolvimento) são mais alguns exemplos de estruturas de metadados usadas em objectos de aprendizagem.

A coexistência de diferentes estruturas de metadados e perfis de aplicação espelha a necessidade de haver estruturas de metadados optimizadas para determinados contextos, mas, em contrapartida é uma séria ameaça à interoperabilidade e uma enorme barreira à pesquisa de objectos de aprendizagem. Para além desta situação, há que juntar um conjunto de outros problemas:

- A inexistência de um relacionamento entre quem cria os metadados e quem os utiliza para procurar objectos de aprendizagem [8];
- Os metadados nem sempre são fiáveis, dado que estes, geralmente, são preenchidos pelo criador e não por uma entidade independente e nem sempre apresentam informação acerca da qualidade do objecto de aprendizagem [26];
- Como os metadados são prescritivos, não é possível receber o retorno dos utilizadores para determinar a sua exactidão nem para sugerir novos contextos de utilização para o objecto de aprendizagem [12];
- Os metadados nem sempre descrevem o objecto de aprendizagem como pretendido pelos criadores do sistema que fará a sua gestão [1];
- Como os autores dos objectos de aprendizagem, geralmente, são relutantes no fornecimento de metadados, a quantidade de metadados muitas vezes é escassa ou demasiado específica, limitando as possibilidades de reutilização do objecto de aprendizagem [12];
- A terminologia usada pelos autores dos metadados nem sempre é consistente [1] [15] [25];
- Os autores dos metadados, por vezes, descrevem as facetas e características dos objectos de aprendizagem e não o seu conteúdo educacional [25];
- Os mesmos metadados são utilizados frequentemente para todos os componentes de um pacote educacional [25];
- A terminologia usada pelos autores dos metadados, por vezes, é interpretada de diferentes maneiras [25];
- Os valores colocados por defeito pelo software de criação de metadados são utilizados com muita frequência [25];
- A criação de metadados consome muito tempo e dinheiro [8] [25];

- A criação de metadados é tida como um aspecto com pouco valor, já que se trata de um processo secundário [1] [8];

- Os docentes não estão preparados para criar metadados [6].

A solução para estes problemas deve começar pela formação das pessoas que criam metadados [25], pela avaliação dos próprios metadados, assim como, pela geração automática de grande parte dos seus elementos com recurso a tecnologias baseadas em inteligência artificial [5]. A utilização de quadros de referência baseados em ontologias é outra solução para resolver alguns dos principais problemas dos metadados [12].

Consideramos, também, necessário a criação de ferramentas que simplifiquem o processo [6], que não permitam valores por defeito [25] que possibilitem a selecção de um vocabulário controlado [1] [6] e que permitam modelos de metadados [25]. [1] referem ainda a necessidade de se criarem descrições para ajudar as pessoas a entender os requisitos dos metadados.

Outra medida fundamental é o desenvolvimento de mecanismos que privilegiem a pesquisa de objectos de aprendizagem com diferentes estruturas de metadados em múltiplos repositórios, *websites*, etc.. é neste contexto que insere a proposta de pesquisa de Objectos de Aprendizagem que apresentamos no ponto 5.

3. REPOSITÓRIOS

Um repositório de objectos de aprendizagem é uma grande biblioteca de recursos digitais reutilizáveis que podem ser utilizados numa variedade de actividades didácticas [16]. De acordo com [3], os repositórios podem conter objectos de aprendizagem e metadados ou apenas metadados. Este último tipo de repositório vai ao encontro daquilo que [19] designam por “referatories”.

[3], também, refere que os repositórios podem ser independentes (*stand-alone*) ou estar incluídos noutros serviços como, por exemplo, num LCMS.

Os repositórios podem ainda ser centralizados ou distribuídos. De acordo com [3], o modelo mais comum é o centralizado, em que os metadados dos objectos de aprendizagem estão localizados num único servidor ou *website*, embora os objectos de aprendizagem possam estar noutro lugar. No modelo distribuído os metadados dos objectos de aprendizagem estão localizados em vários servidores ou *websites* ligados entre si com base numa arquitectura *peer-to-peer* [3].

[14] apresenta uma classificação baseada nos conteúdos e no acesso, referindo que os repositórios podem ser generalistas, temáticos ou comerciais. Na tabela 1 encontramos vários repositórios genéricos de acesso livre.

Tabela 1. Repositórios genéricos

ALI	http://ali.apple.com/ali/resources.shtml
ARIADNE	http://www.ariadne-eu.org
CAREO	http://www.ucalgary.ca/commons/careo
CLOE	http://cloe.on.ca
Connexions	http://cnx.org
EOE	http://www.natomagroup.com/eoe.html
ESCOT	http://www.escot.org
Fathom Archive	http://www.fathom.com
GEM Project	http://www.thegateway.org
IDE@S	http://ideas.wisconsin.edu
Learn-Alberta	http://www.learnalberta.ca
LoLa Exchange	http://www.lolaexchange.org/
Maricopa Learning	http://www.meli.dist.maricopa.edu/mlx

Exchange	
MERLOT	http://www.merlot.org
MIT OpenCourse	http://ocw.mit.edu/index.html
National Learning Network: Materials	http://www.nln.ac.uk/Materials/default.asp
PBS TeacherSource	http://www.pbs.org/teachersource
PBL Clearinghouse	https://chico.nss.udel.edu/Pbl
Wisconsin Online Resource Center	http://www.wisc-online.com

Na tabela 2 são apresentados repositórios temáticos, designadamente, no domínio das ciências de computação; saúde e ciências; humanidades; e ciências, matemática e educação tecnológica.

Tabela 2. Repositórios temáticos

Ciências de Computação	
CITIDEL	http://www.citidel.org
Computer Science Teaching Center	http://www.cstc.org
Exploratories	http://www.cs.brown.edu/exploratories/home.html
Saúde e Ciências	
BIOME	http://www.intute.ac.uk/healthandlifescience
DLESE	http://www.dlese.org/library/index.jsp
HEAL	http://www.healcentral.org/index.jsp
Humanidades	
Digital Scriptorium	http://www.scriptorium.columbia.edu
FLORE	http://flore.uvic.ca/welcome.php
Intute: Arts and Humanities	http://www.intute.ac.uk/artsandhumanities
LearningLanguages.net	http://www.learninglanguages.net
Ciências, Matemática e Educação Tecnológica	
iLumina	http://www.ilumina-dlib.org
Math Forum	http://mathforum.org
NEEDS	http://www.needs.org
NSDL	http://nsdl.org
SMETE Digital Library	http://www.smete.org/smete

Na tabela 3 apresentamos dois exemplos de repositórios comerciais/híbridos.

Tabela 3. Repositórios comerciais/híbridos

goENC.com	http://www.goenc.com
XanEdu	http://xanedu.com

Apesar do número de repositórios estar a aumentar consideravelmente, estes ainda não são uma tecnologia estável. A dificuldade em pesquisar objectos de aprendizagem relevantes é uma das limitações mais referenciadas [3] [8] [20]. Parece-nos muito importante que sejam efectuadas melhorias significativas nos mecanismos de pesquisa dos repositórios actuais permitindo pesquisas mais inteligentes e extensivas a diversos repositórios. Também é necessário garantir que os utilizadores consigam aceder facilmente aos repositórios, saibam seleccionar os objectos de aprendizagem que pretendem utilizar, não tenham dificuldade em efectuar pesquisas e entendam o sistema de categorização. Existe ainda a necessidade de se criarem melhores interfaces para a submissão e actualização dos objectos de aprendizagem [3] [8].

Em suma um repositório ideal deverá ter um excelente mecanismo de pesquisa, metadados eficientes e eficazes e sugestões relacionadas com o que procuramos. Consideramos, também, que no futuro a pesquisa deverá ir além dos repositórios institucionais,

passando também a contemplar *websites* e repositórios pessoais (Ex. Del.ici.ous).

Com vista a ultrapassar algumas das limitações dos repositórios actuais e as dificuldades na pesquisa de objectos de aprendizagem relevantes, têm surgido vários projectos, entre os mais importantes estão o POOL, POND e SPLASH, o Edutella P2P Network, o EduSource e o Learning Object Repository Network (LORN).

3.1 POOL, POND e SPLASH

A expressão POOL, POND e SPLASH identifica uma arquitectura distribuída desenhada com o objectivo de revolucionar a troca de objectos de aprendizagem e metadados [23].

Na base desta arquitectura está um pequeno repositório individual concebido com a plataforma JXTA da Sun Microsystems. Cada um destes repositórios denominados de Splash para além de armazenarem objectos de aprendizagem possuem um motor de pesquisa *peer-to-peer* com um interface de metadados CanCore que permite ao utilizador localizar outros repositórios Splash para assim poder partilhar objectos de aprendizagem e metadados com outros membros da rede [23]. No segundo nível de agregação desta arquitectura (POND) surgem repositórios como o MERLOT que embora tenham como principal objectivo servir os interesses dos seus utilizadores, também permitem servir esta comunidade através da interoperabilidade com a rede POOL [23]. O último nível de agregação é o POOL: Portal for Online Objects in Learning [23].

Tentámos colher informações recentes acerca do andamento do projecto, mas esta tentativa revelou-se infrutífera. Verificámos também que o POOL deixou de estar acessível.

3.2 Edutella P2P Network

O projecto Edutella P2P Network também assenta num modelo descentralizado, encorajando a participação de todos através de pequenos repositórios. A grande diferença relativamente ao projecto POOL, POND e SPLASH, é o facto desta rede *peer-to-peer* trocar apenas metadados e não os objectos de aprendizagem. Este projecto baseia-se igualmente na tecnologia JXTA da Sun Microsystems. Segundo [20], este projecto é guiado por uma visão de “rede democrática de informação à escala global”, em que a palavra “democrática” surge do facto de qualquer pessoa poder dizer o que quiser acerca do que entender.

No caso do projecto Edutella P2P Network, o *website* continua acessível, mas não é actualizado desde 2004.

3.3 EduSource

O eduSource – Canada’s Learning Object Repository Network, é uma gigantesca aliança entre universidades, agências governamentais canadianas e instituições privadas, que tem como objectivo criar uma rede que ligue os repositórios de objectos de aprendizagem canadianos [18].

Este projecto baseia-se num protocolo designado de EduSource Communication Language (ECL) que suporta comunicações entre diferentes comunidades, fornecendo aplicações que ligam diferentes linguagens e ontologias [18].

Através de uma consulta ao *website* deste projecto, verificamos que este também não é actualizado desde 2004.

3.4 LORN

O LORN está inserido na iniciativa Australian Flexible Learning Framework e é uma interface de acesso para encontrar objectos de aprendizagem relacionados com a educação e formação profissional. Através do LORN, os utilizadores podem pesquisar objectos de aprendizagem simultaneamente em cinco repositórios australianos: New South Wales, Department of Education and Training, Centre for Learning Innovation; Flexible Learning Toolbox Repository; TAFE Virtual Campus; TAFE Tasmania e TAFE South Austrália.

Este projecto continua activo e está acessível a qualquer utilizador. Todavia, consideramos que os atributos de pesquisa têm em conta poucas características dos objectos de aprendizagem (3), o que constitui uma grande limitação.

4. PESQUISA DE OBJECTOS DE APRENDIZAGEM

É muito pouco provável que um repositório consiga armazenar todos os objectos de aprendizagem de um determinado tema [7], por isso, tal como [23], defendemos que é necessário um modelo distribuído que interligue um vasto número de repositórios de objectos de aprendizagem.

Surge assim a necessidade de desenvolver um motor de pesquisa que permita, através de um único ponto de acesso, interligar os diferentes repositórios, tornando-os acessíveis através de uma interface gráfica onde o utilizador, com recurso a uma simples query (passível de ser filtrada aos metadados existentes) possa pesquisar, aceder e obter os objectos de aprendizagem pretendidos (figura 1).

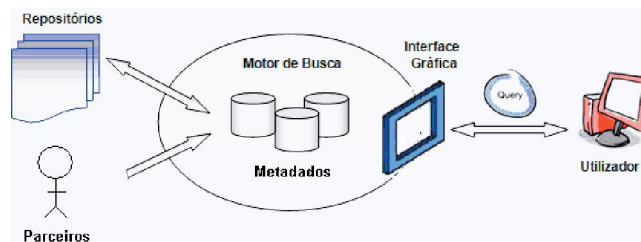


Figura 1. Acesso aos objectos de aprendizagem

O conceito é fácil de entender e baseia-se nos mesmos princípios utilizados por um vulgar motor de pesquisa: captura, armazenamento/indexação e apresentação da informação, a qual passa a estar acessível de forma gratuita ou mediante determinado pagamento de acordo com os direitos de autor e propriedade intelectual do objecto de aprendizagem. A adaptação deste modelo ao contexto dos objectos de aprendizagem, quando comparado com a captura automática de páginas Web nos tradicionais sistemas de motores de pesquisa (os quais procuram de forma indiscriminada todas as páginas existentes na Web), não é, no entanto, linear e sofre de óbvias dificuldades adicionais que assentam na necessidade de procurar conteúdos específicos, os quais, por via da forma indiscriminada como a Web foi construída, não se encontram devidamente identificados, dificultando assim a utilização de robots no processo de captura automática da informação.

Neste contexto, a utilização de robots deve passar pela definição de um conjunto de regras que lhe permitam inferir se um determinado recurso é ou não um objecto de aprendizagem (por exemplo, através do reconhecimento de estruturas de metadados ou de normas dos objectos de aprendizagem), extraíndo, indexando e armazenando os respectivos metadados quando tal se verifique. O esforço que o robot terá de despendar na procura de objectos, será largamente compensado pelo estabelecimento de um índice de metadados definido de forma automática e nada obsta a que, tal como acontece nos sistemas de pesquisa tradicionais, esses repositórios não sejam sugeridos por parceiros por forma a serem incluídos de forma manual nos índices do motor de pesquisa.

O passo seguinte passa por apresentar os resultados, mas os tradicionais motores de busca continuam a falhar neste aspecto continuando a apresentar os resultados de forma linear, não satisfazendo as necessidades dos utilizadores que perdem tempo significativo na procura de informação, tendo que vasculhar umas quantas páginas até encontrar aquilo que procuram. Face a este problema propomos o desenvolvimento de um motor de busca alimentado de forma automática e inovador na forma como apresenta os resultados

Um exemplo que pode ser perfeitamente adaptado ao contexto dos objectos de aprendizagem é o trabalho descrito em [2], um meta motor de pesquisa, independente em relação à língua, que permite a extracção automática de metadados, a apresentação hierárquica dos resultados e a progressiva construção de um *thesaurus* o qual permitirá a devolução de recursos cujos descritores não estejam necessariamente relacionados com a palavra de pesquisa, bem como a utilização de técnicas de *query expansion*, sugerindo palavras relacionadas com a palavra de pesquisa, de forma a poder refiná-la. O sistema utiliza técnicas de *Web content mining* [13] que possibilitam uma análise semântica dos conteúdos, associado à utilização de técnicas de *clustering* que facilitam a procura dos objectos e resolvem o problema da resposta a *queries* ambiguas em virtude da apresentação hierárquica dos documentos

Para lá de uma nova forma de acesso aos conteúdos, a criação de repositórios de informação, sustentado numa arquitectura de *Data Warehouse*, abre novas perspectivas no âmbito da preservação digital do objecto de aprendizagem, possibilitando uma análise multidimensional do conteúdo, bem como uma análise histórica, que em virtude da atribuição de um selo temporal e do armazenamento das diversas versões do objecto, permitirá entender a evolução do conteúdo que o objecto de aprendizagem representa ao longo do tempo (embora essa informação também possa ser fornecida pelos metadados).

Esta solução enquadra-se numa arquitectura cliente-servidor. O conceito baseia-se na noção de serviço e numa separação lógica de funções: o cliente requisita serviços e o servidor fornece-os, uma interacção do tipo pergunta/resposta. Localizados habitualmente em máquinas distintas, o servidor espera passivamente pela requisição dos clientes, podendo responder a vários pedidos ao mesmo tempo. O problema de balanceamento de carga (grande parte do processamento ocorre do lado do servidor) depende da utilização do serviço. Os problemas ocorrem quando o servidor não consegue responder a mais clientes, mas em todo o caso o sistema é facilmente adaptável a cenários de carga intensa, com recurso a sistemas distribuídos e escaláveis, aumentando sempre que necessário o número de servidores. O modelo foi aplicado com sucesso a muitos dos serviços da Internet, pelo facto de ser independente do hardware, dos sistemas

operativos, localização dos computadores e não exigir muitos recursos do lado do cliente.

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho apresentamos uma proposta que permite a pesquisa de objectos de aprendizagem em múltiplos repositórios através da definição de um motor de pesquisa assente na indexação automática dos metadados e na apresentação dos resultados através de uma organização hierárquica, o que desde logo levanta duas questões: a necessidade de encontrar soluções ao nível da parameterização dos robots para a definição de regras que permitam inferir se um determinado recurso é ou não um objecto de aprendizagem e a utilização de algoritmos de *clustering* que permitam o agrupamento dos resultados e a sua apresentação hierárquica, facilitando a pesquisa dos resultados e resolvendo em consequência o problema da resposta a *queries* ambiguas. Paralelamente a definição de um *thesaurus*, permitirá também a devolução de recursos cujos descritores não estejam necessariamente relacionados com a palavra de pesquisa, bem como a utilização de técnicas de *query expansion*, sugerindo dessa forma palavras relacionadas com a palavra de pesquisa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Brasher, A., & McAndrew, P. 2003. Metadata Vocabularies for Describing Learning Objects: Implementation and Exploitation Issues, Learning Technology, IEEE Computer Society Learning Technology Task Force, 5 (1), DOI = http://lttf.ieee.org/learn_tech/issues/january2003/index.html
- [2] Campos, R., Dias, G. & Nunes, C. 2006. WISE: Hierarchical Soft Clustering of Web Page Search Results based on Web Content Mining Techniques. In Proceedings of the 2006 IEEE / WIC / ACM International Conference on Web Intelligence, December 18 - 22, 2006). Hong Kong, China.
- [3] Downes, S. 2004. Learning Objects: Resources for Learning Worldwide. In R. McGreal (Ed.), Online Education Using Learning Objects. London and New York, RoutledgeFalmer, 21-31.
- [4] Duval, E., Hodgins, W., Sutton, S., & Weibel, S. L. 2002. Metadata Principles and Practicalities, D-Lib Magazine, 8 (4), DOI = <http://www.dlib.org/dlib/april02/weibel/04weibel.html>
- [5] Friesen, N., Hesemeir, S., & Roberts, A. 2004. CanCore. Guidelines for Learning Object Metadata. In R. McGreal (Ed.), Online Education Using Learning Objects. London and New York, RoutledgeFalmer, 225-235.
- [6] Garrido, J. S. 2003. Two Scenarios Using Metadata, Learning Technology, IEEE Computer Society Learning Technology Task Force, 5 (1), DOI = http://lttf.ieee.org/learn_tech/issues/january2003/index.html
- [7] Hamilton, C. 2001. Software combinations for learning object repositories. In Canarie E-Learning Workshop (October - 3). Toronto, Ontario.
- [8] Harris, M. C., & Thorn, J. A. 2006. Challenges Facing the Retrieval and Reuse of Learning Objects. In Workshop on Learning Object Repositories as Digital Libraries, European Conference on Digital Libraries (September 17-22). Alicante.

- [9] Hillmann, D. 2005. Using Dublin Core. Dublin Core Metadata Initiative. DOI=
<http://dublincore.org/documents/usageguide>
- [10] Hodgins, H. W. 2000. The Future of Learning Objects. In D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*, DOI=
<http://reusability.org>
- [11] IEEE 2002. IEEE 1484.12.1-2002. Draft Standard for Learning Object Metadata. New York, Institute of Electrical and Electronic Engineers.
- [12] Jovanović, J., Gašević, D., Knight, C., & Richards, G. 2007. Ontologies for Effective Use of Context in e-Learning Settings. *Educational Technology & Society*, 10 (3), 47-59.
- [13] Kosala, R. & Blockeel, H. 2000. Web Mining Research: a Survey", In *ACM SIGKDD Exploration*, 2 (1), 1-15.
- [14] Lehman, R. 2007. Learning Objects Repositories, *New Directions for Adult and Continuing Education Journal*, 2007 (113), 57-66.
- [15] Marques, C. G. C., & Carvalho, A. A. A. 2007. A Pertinência dos Metadados nos Objectos de Aprendizagem. In P. Dias, C. V. Freitas, B. Silva, A. Osório & A. Ramos (Orgs.), *Actas da V Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, Challenges 2007*. Braga, Centro de Competência da Universidade do Minho Universidade do Minho, 432-443.
- [16] Mayorga, J.I., Barros, B., Celorrio, C., & Verdejo, M.F. 2006. Accessing A Learning Object Repository Through a Semantic Layer. In *Workshop on Learning Object Repositories as Digital Libraries, European Conference on Digital Libraries (September 17-22)*. Alicante.
- [17] McGreal, R. 2004. Part I: Learning Objects and Metadata. In R. McGreal (Ed.), *Online Education Using Learning Objects*. London and New York: RoutledgeFalmer, 17-19.
- [18] McGreal, R., Anderson, T., Babin, G., Downes, S., Friesen, N., Harrigan, K., Hatala, M., Macleod, D., Mattson, M., Paquette, G., Richards, G., Roberts, T., & Schafer, S. 2004. Edusource: Canada's Learning Object Repository Network, *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 1 (3).
- [19] Metros, S. E., & Bennett, K. 2002. Learning Objects in Higher Education. Colorado: ECAR – EDUCAUSE Center for Applied Research.
- [20] Nilsson, M., Naeve, A., & Palmér, M. 2004. The Edutella P2P Network. Supporting Democratic e-Learning and Communities of Practice. In R. McGreal (Ed.) *Online Education Using Learning Objects*. London: RoutledgeFalmer, 244-253.
- [21] Or-Bach, R. 2004. Learning Objects and Metadata - From Instructional Design to a Cognitive Tool. In P. Kommers & G. Richards (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2004*. Chesapeake, AACE, 2260-2263.
- [22] Quinn, C., & Hobbs, S. 2000. Learning Objects and Instruction Components, *Educational Technology & Society*, 3 (2).
- [23] Richards, G., Hatala, M., & McGreal, R. 2004. POOL, POND and SPLASH. Portals for Online Objects for Learning. In R. McGreal (Ed.) *Online Education Using Learning Objects*. London: RoutledgeFalmer, 236-243.
- [24] Robson, R. 2004. Context and the Role of Standards in Increasing the Value of Learning Objects. In R. McGreal (Ed.) *Online Education Using Learning Objects*. London and New York: RoutledgeFalmer. 159-167.
- [25] Ryan, B., & Walmsley, S. 2003. Implementing Metadata Collection: A Projects Problems and Solutions, *Learning Technology, IEEE Computer Society Learning Technology Task Force*, 5 (1), DOI=
http://lthf.ieee.org/learn_tech/issues/january2003/index.html
- [26] Santos, O. A. 2006. Proposta de Serviços para Suporte à Personalização de eAprendizagem. Tese de Doutoramento. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- [27] Wiley, D. A. 2000. Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A Definition, a Metaphor, and a Taxonomy. In D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*, DOI=
<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>
- [28] Wiley, D. A. 2002. Learning Objects Need Instructional Design Theory. In A. Rosset (Ed.), *The ASTD E-Learning Handbook: Best Practices, Strategies and Case Studies for an Emerging Field*. New York: McGraw-Hill, pp. 115-126.
- [29] Wiley, D. A., South, J. B., Bassett, J., Nelson, L. M., Seawright, L., Peterson, T., & Monson, D. W. (1999). Three Common Properties of Efficient Online Instructional Support Systems. *ALN Magazine*, 3 (2).

Trabalho realizado no âmbito do projecto "Educação e Formação Online" registado no CIED.