



Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
FEUP

TREE – Um Repositório de Objectos Educativos de Software Aberto com Perfil de Metadados

Rui Alexandre Ramalho Seica

Licenciado em Engenharia Electrotécnica e Computadores
pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Dissertação submetida para satisfação parcial dos
requisitos do grau de Mestre em Multimédia

Dissertação realizada sob a supervisão do Professor Eurico Carrapatoso,
do Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores
da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
e sob a co-orientação

do professor Carlos Vaz de Carvalho,
do Departamento de Engenharia Informática
do Instituto Superior de Engenharia do Porto

Porto, Setembro de 2009

Resumo

A motivação principal do projecto TREE – Teaching Resources for Engineering Education passa por impulsionar a utilização de recursos baseados em TIC no desenvolvimento do Ensino Superior da Engenharia em Portugal. Com a construção de um repositório de objectos educativos como base do projecto TREE pretende-se dar um contributo para o aumento de implementação de políticas e práticas de utilização/reutilização de objectos educativos nas instituições de Ensino Superior como um meio activo no suporte ao ensino e aprendizagem. O funcionamento do repositório é projectado para disponibilizar um acesso ao conhecimento nas áreas científicas de Engenharia, procurando ser um serviço para acrescentar valor à divulgação e preservação da propriedade intelectual da sua comunidade. A disponibilização de ferramentas que criem inovação, flexibilidade e respostas aos problemas do sector do Ensino Superior em Portugal torna-se no objectivo principal do projecto.

O modelo proposto para a concepção do sistema do repositório TREE foi precedido de um levantamento de funcionalidades básicas requeridas pelos seus intervenientes (instituição, comunidade científica, audiência) e de uma análise na área de repositórios implementados por outras instituições e dos softwares abertos disponíveis no mercado. Nesta pesquisa, além da análise às tecnologias de suporte para a concepção destes sistemas procurou-se também clarificar directrizes sobre as políticas de protecção de conteúdos e das normas estabelecidas por esses sistemas.

A adopção de normas educativas para os sistemas que funcionam como repositórios de objectos educativos, pressupõe no nível mais baixo, a utilização de normas para o armazenamento de informação descritiva do objecto através da implementação com metadados. Um dos problemas que advém deste tipo de implementação de normas está relacionado com o facto de que alguns padrões educacionais serem bastante extensos no número de elementos requeridos para essa caracterização. Na perspectiva de existirem demasiados campos que requerem o seu preenchimento surge a oportunidade e a necessidade de estabelecer um sistema que possibilite o preenchimento automático de alguns campos, tornando deste modo as colecções mais homogéneas e consistentes.

A implementação do repositório de objectos educativos TREE foi baseada em ferramentas de software aberto e adoptou uma norma educacional para o perfil de metadados – IEEE LOM (Learning Object Metadata), sendo desenvolvido um perfil de caracterização próprio. O repositório TREE foi implementado com base no *software* Fedora Commons e utiliza o software FEZ como “*front-end*” do Fedora. A implementação dos metadados dos objectos educativos é personalizada e adaptada aos requisitos de uma instituição de Ensino Superior de Engenharia. Globalmente o projecto TREE desenvolve-se sobre os conceitos de interoperabilidade, para permitir a partilha de informação entre outras ferramentas/plataformas uma vez que se integra com o projecto CASPOE (MCTES-FCT) de caracterização semântica e pragmática de objectos educativos.

Abstract

The main motivation of project TREE - Teaching Resources for Engineering Education - is to promote the use of ICT-based resources in the development of higher education in Engineering in Portugal. The aim of the TREE project is the development of a learning object repository in order to contribute to the increased implementation of policies and practices for the use and reuse of learning objects in higher education institutions as an active part in supporting teaching and learning. The repository is designed to provide access to scientific knowledge in the areas of Engineering, a service to add value to the preservation and dissemination of intellectual property in the community. Another objective of the project is the availability of tools that create innovation, flexibility and answers to the problems of the higher education sector in Portugal.

The proposed model for the design of the repository system TREE was preceded by a survey of basic functionality required by its stakeholders (institutions, scientific community, audience) and an analysis in the field of repositories implemented by other institutions and open source software available on the market. This research, as well as giving analysis to support technologies for the design of these systems, also provided clear guidance on policies for the protection of content and the standards set by these systems.

The adoption of educational standards for systems that serve as learning objects repositories required at the lowest level, the use of standards for storing information descriptive of the object through the implementation scheme of metadata. One problem that arises from this kind of implementation of standards is related to the fact that some educational standards are quite extensive in the number of elements required for this characterization. Faced with the prospect of the user being required to fill out too many fields, the opportunity and the need to establish a system enabling automatic completion of some fields was identified, thus making the collections more uniform and consistent.

The implementation of the learning object repository TREE was based on open source software and adopted an open standard for the educational profile of metadata - IEEE LOM (Learning Object Metadata), and developed to fit the vision of the project. The repository TREE was implemented based on the Fedora Commons software and also uses the software FEZ as the *front-end* of Fedora. The implementation of the educational metadata objects is personalized and tailored to the requirements of an institution of higher education in Engineering. Overall the TREE project is developed on the concept of interoperability, to enable information sharing on other tools/platforms since it integrates with the project CASPOE (MCTES-FCT) for the characterization of semantic and pragmatic learning objects.

Agradecimentos

Ao professor Eurico Carrapatoso pelas suas orientações, críticas e incentivos, pela sua disponibilidade e pelas entusiasmantes perspectivas de trabalho e aprendizagem que me proporcionou.

Ao professor Carlos Vaz de Carvalho, pela orientação, pelos ensinamentos, pelas críticas e incentivos.

Aos colegas do projecto de investigação CASPOE, nomeadamente Isabel Azevedo e Adela Ortiz, pela disponibilidade, pelo companheirismo e pelo apoio que nunca hesitaram em me conceder.

Por fim um agradecimento especial à minha família, pela paciência e pelo apoio incondicional e incansável.

Para António Maria da Silva Ramalho

Índice

1. Introdução	1
1.1. Motivação.....	2
1.2. Objectivos.....	3
1.3. Estrutura da dissertação	4
2. Utilização de TIC em instituições de ensino superior	7
2.1. Os desafios	7
2.2. Barreiras presentes na implementação de um repositório	9
2.3. O ensino e aprendizagem em plataformas de e-learning.....	11
2.3.1. Preparar a instituição para o crescimento do e-learning.....	12
2.3.2. Como preparar a comunidade de autoria e os alunos.....	13
2.3.3. A aprendizagem on-line pode ajudar a reduzir os custos	14
2.3.4. Construir o progresso da utilização de TIC.....	15
2.4. O futuro dos repositórios	16
2.4.1. O caminho percorrido	17
2.4.2. Que direcção deve ser seguida pela instituição	19
2.4.3. O caminho pode passar por tornar o repositório num ambiente aberto	20
3. Estado da Arte	21
3.1. Objectos Educativos	21
3.2. Reutilização de objectos educativos	25
3.3. Instituições, normas e especificações	27
3.4. Repositórios de objectos educativos	35
3.4.1. Repositórios de referência	37
3.4.2. Repositórios de software aberto.....	41
3.4.3. Escolha do software	46
4. Especificação do repositório TREE	47
4.1. Metodologia de Investigação	47
4.2. Objectivos da aplicação.....	49
4.3. Identificação de requisitos	50

4.3.1.	Requisitos técnicos do repositório	50
4.3.2.	Administração do repositório	51
4.3.3.	Funcionalidades para os alunos	52
4.3.4.	Funcionalidades para a comunidade de autoria	52
4.3.5.	Gestão das actividades.....	53
4.3.6.	Segurança	53
4.4.	Normalização.....	54
4.4.1.	A adopção de normas de metadados e automatização do sistema	55
4.4.2.	Interoperabilidade.....	56
4.4.3.	Acessibilidade.....	57
4.4.4.	Usabilidade	58
5.	O Fedora como repositório de objectos.....	61
5.1.	As vantagens do Fedora como repositório	62
5.2.	Modelo de objecto digital	65
5.2.1.	Datastreams	66
5.2.2.	A perspectiva do acesso	68
5.2.3.	Representação das relações entre objectos	69
5.3.	Arquitectura	70
5.3.1.	Mecanismos de controlo.....	72
5.3.2.	Disseminador para a representação de objectos.....	73
5.4.	Objectos educativos e os seus metadados	74
5.4.1.	LOM	75
5.4.2.	Indexação de informação automática.....	76
6.	Implementação.....	79
6.1.	Arquitectura geral do TREE	79
6.2.	Instalação e configuração do repositório TREE.....	82
6.2.1.	Desenvolvimento do Fedora	83
6.2.2.	Desenvolvimento do Fez	84
6.2.3.	Processo de testes.....	85
6.3.	Desenvolvimento do perfil de metadados baseado na norma LOM	86
6.3.1.	Criação do perfil de metadados LOM.....	87
6.3.2.	Abordagem do TREE ao perfil de metadados LOM.....	90

6.3.3.	Automatização da obtenção de informação de metadados	91
6.4.	Concepção gráfica do repositório e a sua navegação	92
6.4.1.	Estrutura das páginas e a sua navegação.....	93
6.4.2.	Interactividade e conteúdos multimédia	95
6.5.	Funcionalidade e características da aplicação TREE	97
6.5.1.	Ponto de entrada do repositório TREE.....	97
6.5.2.	O modo de procura de objectos educativos	99
6.5.3.	Navegação pelas colecções de objectos	100
6.5.4.	Visualização de objectos educativos	101
6.5.5.	Armazenar objectos educativos	103
6.5.6.	Área de administração	104
6.6.	Avaliação do repositório TREE.....	105
6.6.1.	Metodologia	106
6.6.2.	Análise dos resultados da implementação.....	108
7.	Conclusões.....	111
7.1.	Contributos e perspectivas do trabalho realizado	111
7.2.	Recomendações e trabalhos futuros	114
8.	Referências	117
8.1.	Referências na Web	117
8.2.	Referências Bibliográficas	119
ANEXOS.....		123
Anexo A: A norma LOM e a abordagem do CanCore		123
Anexo A.1: Exemplo de vocabulário controlado da norma LOM.....		125
Anexo A.2: Exemplo de preenchimento da norma LOM		126
Anexo B: Formulário de avaliação do desenvolvimento do TREE.....		128

Lista de Figuras

Figura 1 – Logótipo do projecto TREE	3
Figura 2 – A adopção de repositórios baseada na curva “ <i>hype</i> ” de Gartner	17
Figura 3 – Modelo de um objecto educativo (IDC, 2001)	22
Figura 4 - Ciclo de vida de um objecto educativo	23
Figura 5 – Contexto versus reutilização de um objecto educativo	24
Figura 6 – O processo de entrega de objectos educativos	25
Figura 7 – O caminho do desenvolvimento de normas para o ensino e aprendizagem.....	27
Figura 8 – Organização dos livros que compõe a norma SCORM 2004	29
Figura 9 – Estrutura do pacote de conteúdo IMS	31
Figura 10 – Estrutura da norma IEEE 1484.12.1 LOM	32
Figura 11 – Estrutura da norma Dublin Core	33
Figura 12 – Evolução do protocolo OAI-PMH.....	35
Figura 13 – Sistema de armazenamento de objectos digitais DSpace	36
Figura 14 – Arquitectura do repositório ARIADNE-KPS.....	40
Figura 15 – Modelo de informação do DSpace	42
Figura 16 – Arquitectura do repositório DSpace.....	43
Figura 17 – Modelo de funcionamento do software EPrints	44
Figura 18 – Repositório Fedora como mediador de serviços e conteúdos.....	45
Figura 19 – Arquitectura do sistema Fedora (simplificado)	45
Figura 20 – Interação entre clientes e servidor.....	64
Figura 21 - Modelo de dados de um objecto digital	65
Figura 22 - Datastreams do objecto digital Fedora	67
Figura 23 – Perspectiva de acesso do objecto digital	68
Figura 24 – Uma rede de objectos digitais.....	69
Figura 25 – Exemplo de um objecto digital.....	70
Figura 26 – Visualização do Fedora por camadas	71
Figura 27 – Contexto das ligações relacionadas com a utilização de disseminadores	74
Figura 28 – As nove categorias da norma LOM e os seus elementos	75
Figura 29 – Metadados da norma LOM de acordo com a sua forma de obtenção	77
Figura 30 – Arquitectura do repositório TREE com as ligações entre o Fez e o Fedora.....	81
Figura 31 – Arquitectura do modelo de objecto adoptado pelo Fez	82
Figura 32 – Interface (Java) de administração e acesso (browser) do serviço de procura	84
Figura 33 – Estrutura da norma LOM e as relações entre elementos	88
Figura 34 – Modelo de objecto implementado pelo repositório TREE.....	88
Figura 35 – Arquitectura do Fez para a construção de datastreams de metadados	89
Figura 36 – Abordagem do CanCore à norma LOM	90
Figura 37 – A abordagem do repositório TREE à implementação da norma LOM	92
Figura 38 – Funcionalidades para utilizadores sem qualquer nível de permissões	94
Figura 39 – Funcionalidades para utilizadores com permissão de administrador.....	94
Figura 40 – Secção de entrada do repositório TREE	98
Figura 41 – Secção de procura avançada do repositório TREE	99

Figura 42 – Secção de listagem de conteúdos do repositório TREE	100
Figura 43 – Secção de listagem de conteúdos do repositório TREE	101
Figura 44 – Exemplo de visualização de um objecto educativo no TREE.....	102
Figura 45 – Exemplo do processo de armazenamento de um objecto educativo no TREE	103
Figura 46 – Secção de administração do repositório TREE	104

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Logótipo e especificações do repositório MERLOT	38
Tabela 2 – Logótipo e especificações do repositório Edma	38
Tabela 3 – Logótipo e especificações do repositório CLOE	39
Tabela 4 – Logótipo e especificações do repositório ARIADNE-KPS	40
Tabela 5 – Normas adoptadas pelos repositórios referência	41
Tabela 6 – Logótipo e requisitos tecnológicos e tipo de licença do software DSPACE.....	43
Tabela 7 – Logótipo e requisitos tecnológicos e tipo de licença do software EPRINTS	44
Tabela 8 – Logótipo e requisitos tecnológicos e tipo de licença do software FEDORA	46

Lista de Acrónimos

ADL	Advanced Distributed Learning
AICC	Aviation Industry Computer-Based Training Committee
API	Application Program Interface
CASPOE	Caracterização Semântica e Pragmática de Objectos Educativos
CBT	Computer-Based Training
CLOE	Co-operative Learning Object Exchange
DC	Dublin Core
DCMI	Dublin Core Metadata Initiative
ECL	Educational Community License
EDNA	Education Network Australia
FOXML	Fedora Object XML
GIF	Graphics Interchange Format
GPL	General Public License
HTML	Hyper Text Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
IDC	International Data Corporation
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IEEE- LTSC	IEEE - Learning Technology Standards Committee
IMS	Instructional Management System
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JPEG	Joint Photographic Experts Group
KPS	Knowledge Pool System
LMS	Learning Management System
LOM	Learning Object Metadata
MERLOT	Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching
METS	Metadata Encoding and Transmission Standard
MODS	Metadata Object Description Schema
OAI	Open Archive Initiative
OAI-MHP	OAI - Metadata Harvesting Protocol
OE	Objecto Educativo
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PDF	Portable Document Format
PHP	Personal Home Page Tools / PHP-Hypertext Preprocessor
RDBMS	Relational Database Management System
RDF	Resource Description Framework
REST	Representational State Transfer
ROE	Repositório de Objectos Educativos
RSS	Really Simple Syndication / Rich Site Summary
SCORM	Shareable Courseware Object Reference Model
SOAP	Simple Object Access Protocol
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação

TIFF	Tagged Image File Format
TREE	Teaching Resources for Engineering Education
URL	Uniform Resource Locator
WSDL	Web Service Definition Language
XML	Extensible Markup Language
XSD	XML Schema Definition

1. Introdução

O recurso a Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) há muito que está implementado no ensino superior, com especial incidência nos países desenvolvidos. No entanto a utilização destes recursos não foi totalmente conseguido (OECD, 2005) nos propósitos de auxiliar ou substituir o ensino presencial uma vez que, a larga maioria das instituições que adoptam estes apoios utiliza-os quase exclusivamente em serviços administrativos. O âmbito da presente dissertação pretende-se integrar na implementação de recursos TIC no ensino superior, com especial incidência na utilização de objectos educativos, como recursos do processo de ensino e aprendizagem distribuída.

A utilização de Objectos Educativos (OE) surge como uma forma de revolucionar o ensino e a aprendizagem (OECD, 2005), facilitando a utilização e a reutilização de material didáctico. Contudo verifica-se que esta visão ainda está longe da realidade actual onde, apenas 6,6% das instituições do ensino superior confirmam a adopção e utilização substancial de OE nas suas estruturas. Ainda neste contexto é enfatizado que a reutilização dos OE irá provocar um impacto no crescimento da adopção e utilização deste tipo de recursos, nas instituições de ensino. A reutilização de um objecto irá possibilitar múltiplas utilizações, em múltiplos cenários diferentes de ensino e aprendizagem aumentando deste modo o seu ciclo de vida.

Genericamente um OE pode ser considerado como uma unidade de ensino que é reutilizável. Para se verificar um aumento da reutilização do OE é necessário associar ao objecto informação descritiva do recurso, de âmbito educacional e de carácter semântico (Web Semântica). A associação de metadados aos objectos (Barritt & Alderman, 2004) vai permitir tornar mais eficiente a sua descoberta em bases de dados ou em plataformas que funcionam como repositórios. Um Repositório de Objectos Educativos (ROE) é considerado como tal quando o seu funcionamento é vocacionado para a recolha de material didáctico e de informação descritiva relacionada com a actividade de ensino e aprendizagem. Este tipo de repositórios disponibilizam várias funcionalidades de gestão, armazenamento, preservação e de acesso aos conteúdos (Lynch, 2003), embora o seu sistema de procura esteja sempre dependente da norma implementada para os metadados, devendo esta seguir o panorama internacional e ser de carácter educativo, para uma melhor caracterização do conteúdo, permitindo deste modo aumentar a sua reutilização.

Um ROE difere de uma biblioteca digital na adopção de normas para a implementação de metadados, que no caso de um repositório de objectos educativos estas estão associadas à prática do ensino e aprendizagem. A realidade contudo mostra que a maioria dos ROE não implementam normas de ensino e aprendizagem, disponibilizando apenas campos relacionados com a autoria e identificação, assim como descrições genéricas dos conteúdos associados.

A construção de um OE deve acontecer na presença de factores como a acessibilidade (disponibilidade por diferentes tipos de acesso) e interoperabilidade (independência do meio de entrega), para conferir à partida uma maior liberdade à reutilização (Cognitive Design Solutions, 2003). Estamos assim na presença de três factores determinantes para a construção

de um OE e que também podem ser associados à concepção e desenvolvimento de um ROE. Uma plataforma que apresenta as funcionalidades de um repositório deve disponibilizar as descrições dos recursos segundo normas educativas e diferentes tipos de acesso, para permitir deste modo o intercâmbio com outras aplicações. Quanto maior for a interoperabilidade entre todos os processos, plataformas e objectos educativos, que compõem o ensino e aprendizagem baseados em tecnologia, maior vai ser o ciclo de vida de um objecto educativo (Fulantelli, Gentile, Taibi & Allegra, 2008), contribuindo assim de forma decisiva para o crescimento da adopção destes recursos nas instituições de ensino superior.

1.1. Motivação

A presente dissertação surge no contexto da problemática associada à reduzida utilização de objectos educativos nas instituições de ensino superior. A enfatização da reutilização de objectos educativos e da interoperabilidade entre plataformas, que compõem o universo tecnológico de ensino e aprendizagem distribuída, emerge porque estas continuam a ser os principais entraves ao crescimento da utilização de recursos TIC com propósitos educacionais, nas instituições de ensino superior.

Assim surgiu um projecto para a concepção e desenvolvimento de um repositório, Teaching Resources for Engineering Education (TREE), que pretende ser um estudo inserido na questão global sobre o impacto dos objectos educativos nas instituições de ensino superior. O repositório TREE pretende tornar-se numa aplicação prática que servirá de repositório de objectos educativos, disponível para a sua utilização pela comunidade do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

A concepção e desenvolvimento do repositório TREE pressupõem, em primeiro lugar, a utilização de ferramentas de Software Aberto e, em segundo lugar, basear-se em normas do âmbito educacional. Perante isto, genericamente, o repositório deverá ser desenvolvido segundo os conceitos de interoperabilidade com outras plataformas ou seja, com outras aplicações Web e que tenham funções distintas como por exemplo, os sistemas de gestão de aprendizagem (LMS). Assim do mesmo modo, o repositório deverá permitir a sua expansibilidade em termos de novas ferramentas e funcionalidades, para ser alvo de acções de inovação no futuro. Com esta abordagem cremos que é possível disponibilizar condições que assegurem no final a reutilização dos objectos educativos.

A motivação do projecto TREE passa por impulsionar o desenvolvimento do ensino e a aprendizagem distribuída em Portugal, que não tem obtido os resultados almejados como uma actividade significativa nas instituições de ensino superior. Para além destes objectivos, a criação de plataformas de preservação e divulgação da propriedade intelectual de uma instituição de ensino superior acaba por permitir rentabilizar todas as fontes de conhecimento geradas pela comunidade, o que consiste num ambiente aliciante para todos os intervenientes. Assim a disponibilização de ferramentas que criem inovação, flexibilidade e

respostas no sector do ensino superior, em Portugal, torna-se no objectivo principal do projecto.

Com isto, o repositório TREE pretende disponibilizar aos alunos, entre outros, conteúdos académicos e conhecimento científico das áreas de Engenharia possibilitando uma experiência de aprendizagem enriquecedora e contribuindo deste modo, para a transferência de conhecimento entre a instituição de ensino e o aluno.

1.2. Objectivos

O objectivo central da presente dissertação consiste em conceber, desenvolver e avaliar um repositório de objectos educativos, inserido na instituição de ensino superior ISEP. Deste modo, o repositório TREE pretende ser uma ferramenta para contribuir para o aumento da utilização de objectos educativos nas instituições do ensino superior, em Portugal.



Figura 1 – Logótipo do projecto TREE

Creemos que a abordagem de desenvolvimento seguida pelo projecto TREE poderá ainda contribuir de forma decisiva para a reutilização de objectos educativos. A construção do repositório de objectos educativos TREE segue uma perspectiva mais genérica, prevendo a possibilidade da adopção de normas educacionais e fornecendo vários tipos de acesso aos conteúdos do repositório. Com isto, no futuro será possível desenvolver ferramentas que permitam aceder ou transferir os conteúdos entre várias plataformas que compõem o processo de ensino e aprendizagem distribuída.

Este projecto tem a seguinte meta: o desenvolvimento de um repositório de objectos educativos para, deste modo, contribuir para o aumento da utilização de recursos TIC, em particular os objectos educativos, nas instituições de ensino superior. Os seguintes objectivos deverão ser concretizados para que a meta do projecto seja atingida:

1. Caracterizar o impacto dos OE nas instituições de ensino superior;
2. Definir os requisitos funcionais para um ROE, clientes e aplicações integrantes;

3. Definir o modelo conceptual e lógico de um ROE;
4. Identificar e seleccionar repositórios baseados em software aberto;
5. Identificar e seleccionar normas para os metadados dos conteúdos;
6. Conceber e implementar o repositório TREE;
7. Desenvolver um perfil de metadados baseado numa norma educacional;
8. Preparar o sistema para que seja capaz de assegurar a interoperabilidade com outras plataformas;
9. Avaliar o processo e identificar propostas de desenvolvimento futuro.

O objectivo principal deste projecto é, então, definir um modelo para um repositório contendo objectos educativos e segundo normas genéricas do ensino e aprendizagem. Este modelo será flexível, potencialmente satisfazendo diferentes requisitos, independente da área de conhecimento e utilizando normas e especificações amplamente conhecidas.

A implementação do repositório TREE dentro da comunidade da instituição de ensino superior ISEP será o resultado principal deste projecto, seguindo-se uma abordagem baseada nas ferramentas de software aberto e distribuídas sob licença de Software Aberto.

1.3. Estrutura da dissertação

A presente dissertação esta dividida em oito capítulos, o primeiro dos quais agora termina e onde procuramos apresentar o enquadramento, razões e particular motivação para a concepção e desenvolvimento do repositório TREE. Além disso, neste capítulo apresentamos ainda os objectivos do repositório TREE e a estruturação da presente dissertação.

No capítulo seguinte, efectuamos um enquadramento dos desafios presentes na implementação de práticas e políticas para a utilização de tecnologias de informação e comunicação, em instituições de ensino superior. Hoje, estão ao dispor das instituições vários modelos e abordagens para adoptarem TIC nas suas estruturas de ensino e aprendizagem. Perante este cenário apresentamos algumas questões inerentes aos riscos que surgem aliados à implementação de políticas e práticas de armazenamento e preservação em repositórios.

O terceiro capítulo, estado de arte, apresenta o significado de objecto educativo. Para aumentar a utilização de um objecto educativo é necessário possibilitar a sua reutilização, em vários contextos, sendo para isso necessário adicionar metadados aos objectos. Assim, a informação descritiva do material didáctico deve ser assegurada por normas complacentes com as actividades de ensino e aprendizagem. O aumento da utilização de objectos educativos concretiza-se quando são armazenados em sistemas que permitem a gestão, procura e descoberta de conteúdos. Neste capítulo efectuamos uma análise sobre os repositórios dividida por modelos de funcionamento assumidos como referência para o projecto TREE e por ferramentas de Software Aberto disponíveis para o desenvolvimento de repositórios.

O quarto capítulo aborda as metodologias presentes no desenvolvimento do repositório, a fase do planeamento e o levantamento de requisitos. Através de análise sob várias perspectivas de utilização do repositório, pretendemos identificar as necessidades que o sistema deve corresponder para cada um dos intervenientes. Actualmente, com a utilização massiva da rede Internet existem conceitos que são essenciais na perspectiva do desenvolvimento de novas plataformas que disponibilizem informação, ou conteúdos, a um público. Deste modo, é impossível enquadrar o desenvolvimento de um repositório sem a correlação de conceitos como normalização, interoperabilidade, ou acessibilidade.

O quinto capítulo descreve o software escolhido para a concepção e desenvolvimento do repositório TREE. Com isto, são apresentadas algumas características fundamentais, modelos de funcionamento e arquitectura do software Fedora. Além disso como uma das bases do projecto implicava o desenvolvimento de um perfil de metadados, então, efectuamos uma análise detalhada da norma Learning Object Metadata (LOM).

No sexto capítulo apresentaremos, a arquitectura do repositório TREE, as suas tecnologias de suporte e os vários procedimentos efectuados para a implementação do modelo proposto. Neste capítulo também são realçadas as funcionalidades e características do repositório TREE, que personalizamos e adaptamos ao funcionamento requerido pela instituição de ensino superior ISEP. Ainda no sexto capítulo consideramos a abordagem seguida para a avaliação da implementação do repositório TREE e do seu processo de abertura ao público. Para isso, começamos por dividir o processo de avaliação pelas suas fases de abertura ao público, onde a primeira fase pretende captar informação que permita melhorar ou corrigir o sistema e a última fase avaliar o repositório e o seu desempenho relativamente às funcionalidades disponibilizadas.

Por fim, no sétimo capítulo surgem as conclusões finais da presente dissertação onde efectuamos considerações finais sobre questões relevantes que surgiram ao longo do projecto. Além disso, consideramos também os contributos e as perspectivas do trabalho realizado. Com o fim da presente dissertação, descrevemos vários caminhos possíveis para a inovação e optimização do repositório TREE e das suas funcionalidades e serviços.

2. Utilização de TIC em instituições de ensino superior

Na última década, a utilização de tecnologias de informação e comunicação, em instituições de ensino superior, como uma forma de suporte para os processos de ensino e aprendizagem, tem-se expandindo exponencialmente (Conole, 2004). De entre as vantagens que surgem da utilização de plataformas de ensino e aprendizagem à distância está incluída, como grande potencialidade, a oportunidade de permitir aprender a qualquer hora, em qualquer lugar com a possibilidade de comunicar e colaborar virtualmente, a um nível global.

Para as instituições de ensino e para os professores, as perspectivas sobre as potencialidades centram-se na expansibilidade de fronteiras possibilitando atingir novos mercados de alunos, oferecendo um ensino mais flexível nas oportunidades de aprendizagem além de facilitar as tarefas do acompanhamento do progresso do aluno e das actividades propostas. A criação de novos e inovadores ambientes de aprendizagem deve ser considerada como uma das maiores oportunidades fornecidas pela utilização de TIC nas instituições de ensino.

Actualmente podemos constatar que as actividades envolvidas no ensino e aprendizagem à distância deixaram de ser actividades desprezadas pelas instituições de ensino e, de algum modo, encontram-se não apenas como uma infra-estrutura eficaz para disponibilizar cursos à distância, mas surgindo muitas vezes associadas com abordagens mais tradicionais e presenciais nas instituições de ensino.

Com efeito, o contexto de aprendizagem torna-se num ambiente potencialmente rico, onde os alunos são tipicamente envolvidos em múltiplas actividades na prossecução de múltiplos objectivos aprendizagem. Além disso, o professor também altera a sua função no processo de ensino (Wilson, 1996), passando agora a desempenhar a função de facilitador e de orientador em vez de ser um simples transmissor de conhecimento.

2.1. Os desafios

De facto, actualmente, existe uma variedade extensa de ambientes de aprendizagem baseados em tecnologias Web, com abordagens diferentes e associados a uma vasta gama de ferramentas, com o intuito de apoiar o ensino e a aprendizagem em instituições de ensino. Tipicamente esses ambientes podem incluir ferramentas de comunicação, de autoria, de avaliação, de preservação, de procura, ou pode ser o caso de incluírem várias em conjunto ou interligadas, como por exemplo os sistemas de gestão de aprendizagem (*Moodle* e *Blackboard*, entre outros).

Mas a questão que ganha relevância total na estrutura de um sistema de ensino e aprendizagem baseado em tecnologia, é a necessidade de fornecer o conteúdo certo ao utilizador certo. Para isso os desenvolvimentos de ferramentas cujos objectivos passam por facilitar o armazenamento e a procura de conteúdos tornam-se fundamentais. Deste modo permite-se às instituições preservar o seu bem mais precioso, a propriedade intelectual, para

rentabilizar assim os seus conhecimentos através do alargamento de audiências. Tendo como perspectiva de fundo o vasto campo de aplicação dos sistemas baseados em ambientes Web, podemos constatar que existe um espaço aberto para a criação de inovação, mas no entanto também podemos verificar que a utilização de TIC como suporte ao ensino e aprendizagem em instituições de ensino superior tem sido segmentada e por vezes de uma forma lenta.

Por isso é comumente considerado que um dos factores que tem sido apontado como retardador da implementação destas tecnologias em instituições de ensino consiste “na falta de uma plataforma coerente dentro da qual seja permitido avaliar os benefícios pedagógicos assim como as mudanças organizacionais necessárias para efectuar a sua implementação eficientemente” (Britain and Liber, 2004).

Muitas investigações retratam as dificuldades presentes no incentivo da autêntica aprendizagem ou colaboração virtual. Para além das dificuldades em credibilizar os resultados de avaliação, muitas vezes surgem picos de utilização de certas ferramentas exclusivamente para o cumprimento de tarefas por parte dos utilizadores. Em suma, podemos afirmar que por vezes os resultados atingidos não podem ser comparáveis com a colaboração directa, o equivalente ao ensino tradicional e presencial (Jones, 1999).

Como resultado, as instituições de ensino superior recorrem predominantemente à utilização de tecnologias e de ambientes de aprendizagem integrados e muitas vezes de uma forma redundante ao auxílio de serviços de administração e da disponibilização de informação básica (OECD, 2005). Um exemplo demonstrativo e recorrente nas instituições de ensino superior consiste na utilização de portais Web isolados, para cada professor ou disciplina, como ferramenta de auxílio ao ensino.

Outro dado indiscutível traduz-se no volume crescente de conteúdos disponíveis para os alunos e autores, aumentando a necessidade das instituições utilizarem ferramentas sofisticadas para a procura e manipulação da sua propriedade intelectual. A sobrecarga de informação provoca a confusão nas tarefas de procura e preservação de conteúdos, não sendo evidente que a informação certa esteja a ser disponibilizada ao utilizador certo, em tempo útil e com qualidade assegurada (Conole, 2002).

Os desafios presentes na criação de conteúdos apontam para soluções que seguem conceitos e modelos pedagógicos testados com o objectivo de tornarem os recursos mais aliciantes para os utilizadores. Para isso devem ter presente factores como a interactividade, o uso de recursos de vídeo e áudio, e apresentarem um conteúdo de qualidade relevante para o contexto onde se insere. Desta maneira consideramos que estes factores tornam-se indispensáveis para enriquecerem as experiências de ensino e aprendizagem e servem também como forma de cativar os alunos para experiências pedagógicas mais aliciantes. No entanto, as dificuldades inerentes à criação de novas práticas inovadoras e de novos modelos de aprendizagem levaram a um caminho cheio de dificuldades. Para uma instituição de ensino o potencial que surge com a possibilidade de reutilizar e transformar os conteúdos existentes é um factor determinante para a implementação de tecnologias como suporte do ensino e da aprendizagem.

2.2. Barreiras presentes na implementação de um repositório

Actualmente verificamos que a revolução tecnológica nas instituições de ensino superior tem afectado os seus processos de criação e de comunicação de novos conhecimentos. Embora nos dias de hoje, seja disponibilizado ao utilizador tecnologia que lhe permite a gestão dos seus próprios conteúdos, a verdade é que as instituições de ensino superior são normalmente melhores na criação de novos conhecimentos do que na preservação da sua propriedade intelectual (Lynch, 2003).

Quando a maioria das instituições de ensino não valoriza a preservação e divulgação dos seus conteúdos armazena-os em simples portais Web, que por vezes são pessoais e onde a sua preservação a longo prazo não é assegurada. Este caminho é adoptado muitas vezes pela instituição o que para além de problemas de preservação, também provoca dificuldades intransponíveis no que diz respeito à agregação e catalogação por sistemas que forneçam ferramentas de pesquisa.

Clifford Lynch define um repositório institucional como “um conjunto de serviços que uma instituição de ensino oferece aos membros da sua comunidade para a gestão e disseminação de conteúdos, criados pela instituição e pelos membros da sua comunidade. É essencialmente um compromisso organizacional para a administração desses conteúdos, incluindo a preservação a longo prazo, bem como a organização e o acesso ou distribuição de conteúdos”. Assim podemos considerar que a divulgação de resultados de investigação, o respectivo aumento de visibilidade ou o aumento de exposição dos autores podem ser apresentadas como razões para o depósito de conteúdos em repositórios.

Porém existem várias questões que influenciam a não participação, ou baixa utilização de repositórios institucionais. Entre esses factores encontramos a redundância com outros meios de divulgação de informação, as políticas sobre os direitos de autor, o medo de plágio e associação a trabalhos com qualidade inconsistente, as limitações tecnológicas, ou o baixo nível de informação sobre os serviços, aliada à pouca motivação dos utilizadores.

Como consequência disso, um dos principais riscos que uma instituição de ensino superior está sujeita na utilização de repositórios é deste ser subutilizado pelos seus professores e pela sua comunidade de autoria, tornando-o deste modo, pouco povoado, com muitas colecções vazias e com uma grande maioria de colecções com poucos itens. Este contexto normalmente transmite aos utilizadores a sensação de imaturidade na utilização destas ferramentas e que por vezes, poderá implicar a necessidade das instituições em fazer um investimento administrativo, exigindo para esse fim o depósito de conteúdos à comunidade de autores.

Quando as instituições afirmam que têm pouco conhecimento e motivação para a utilização de repositórios, normalmente utilizam alternativas, tais como os portais Web pessoais, ou os repositórios disciplinares que são percebidos como tendo um maior impacto na comunidade e de uma maior facilidade de uso para o utilizador. Deste modo, podemos identificar várias razões para a não participação das instituições de ensino superior na utilização de repositórios institucionais (Lynch & Westreinen, 2005):

- Dificuldades em informar as instituições e convencê-las a adoptar;
- Confusão e incerteza sobre aspectos de propriedade intelectual;
- Dúvidas sobre quem e como utilizaria o material no repositório;
- Percepção sobre o conteúdo ser de acesso livre e deste ser de baixa qualidade;
- A falta de políticas para o depósito obrigatório de conteúdos.

Agora ao considerarmos as preocupações relativas ao acesso do conteúdo com a comunidade de autoria como autores e leitores e os utilizadores normais como público, realçamos os seguintes factores, enquadradas nas três perspectivas diferentes:

- Será que o professor sentiu que tinha acesso adequado ao trabalho dos seus colegas;
- Será que o professor sentiu que os outros membros da sua comunidade tiveram acesso adequado ao seu trabalho;
- Será que o professor percebe o interesse do público sobre o seu trabalho?

Os objectivos dos repositórios são concebidos para captar, preservar e comunicar a diversidade da produção intelectual de professores e de investigadores de uma instituição. Deste modo, são projectados para lidar com uma vasta gama de tipos de conteúdo como artigos de investigação, literatura cinzenta, dissertações, conteúdos culturais, dados científicos, registos institucionais e materiais educativos, entre outros.

Os problemas crescem quando consideramos os repositórios com o seu funcionamento enquadrado para o armazenamento de objectos educativos. Nesse campo podemos constatar que não existe uma opinião global acerca das potencialidades e das limitações dos objectos educativos nos processos de ensino e aprendizagem.

As críticas dos objectos educativos centram-se na sua natureza restritiva, de conteúdo granular e de única fonte, afirmando que este carece de contexto e de relevância. Além disso, outras opiniões (Barritt & Alderman, 2004) centram-se nos custos de integração, na conversão dos conteúdos existentes (formato), na procura de ferramentas de autoria e na exigência de mudança de hábitos da comunidade de autoria.

Do outro lado, entre os possíveis benefícios dos objectos educativos incluímos a reutilização de conteúdos, a autoria distribuída, ou o proporcionar de experiências de aprendizagem personalizáveis. De qualquer modo, ao ponderarmos os benefícios e limitações oferecidos pela utilização de objectos educativos, constatamos que o processo de implementação de políticas de objectos educativos pode variar muito de dificuldade e de custo e vão sempre depender do alcance pretendido pela instituição.

O limite do possível vai depender das ferramentas que a instituição tem para apoiar essa estratégia e o tamanho da sua comunidade de autoria, das suas necessidades e das necessidades dos seus alunos. No entanto é certo que a convergência para uma abordagem de reutilização de objectos educativos numa instituição de ensino superior depende do seu processo de implementação e das ferramentas adoptadas, que no final poderá resultar em benefícios para os autores, para os alunos e, eventualmente, para as instituições.

2.3. O ensino e aprendizagem em plataformas de e-learning

Normalmente, numa instituição de ensino superior as actividades de ensino e aprendizagem baseadas em tecnologia traduzem-se pela aplicação de uma das várias abordagens consideradas para o e-learning. As novas formas de ensino e aprendizagem alcançam cada vez mais posições de destaque no ensino superior (OECD, 2005), com as instituições em crescimento em termos de oferta e de flexibilidade de transmissão de conhecimentos.

No entanto, podemos verificar que a um nível global, as visões mais optimistas e mais antigas sobre o e-learning para a quebra de barreiras geográficas, em grande parte, não se concretizou. A maioria das abordagens ao ensino à distância acaba por continuar a utilizar componentes onde prevalece o ensino presencial, pelo menos parcialmente ou seja, utiliza estas ferramentas como suporte do seu processo de ensino tradicional. O certo, é que o e-learning tem sido alvo de um desencanto crescente e isto em grande parte, devido às extremas dificuldades em credibilizar os seus resultados quando é apresentado na sua forma ideal, isto é, sem componente presencial.

Por vezes o potencial do e-learning tem sido obscurecido pelas dificuldades de atingir os objectivos de disponibilizar um acesso alargado e flexível ao ensino superior, aliado com a inovação pedagógica e de modo a diminuir os custos. No entanto as instituições de ensino superior estão gradualmente a aumentar os índices de utilização de plataformas de e-learning nos seus programas educacionais, mas muitas vezes, como uma parte integrante e como apoio de uma unidade curricular de ensino presencial.

O conceito de e-learning pressupõe a utilização de tecnologias da informação e comunicação, para melhorar e/ou apoiar o ensino e a aprendizagem no ensino, abrangendo uma vasta gama de sistemas, que podem ser divididos em vários tipos diferentes (OECD, 2005), quanto ao modo e função no processo:

- **Web-supplemented:** É focado no ensino presencial, com base em sala de aula, mas inclui conteúdos e bibliografias em portais Web, ou ferramentas como *e-mail*;
- **Web-dependent:** Os alunos utilizam ambientes Web para as principais componentes do programa curricular como para a comunicação (*chat*, *e-mail*), avaliação, ou trabalho colaborativo on-line, mas sem redução significativa no tempo em sala de aula;
- **Mixed mode:** Unidades curriculares, em que o elemento e-learning começa a substituir o tempo em sala de aula. Mas uma parte significativa do ensino permanece presencial.

Por último surge o caso em que as unidades curriculares são oferecidas na sua totalidade, em plataformas Web, permitindo assim que os alunos possam frequentar cursos, independentemente da sua localização geográfica, uma vez que não necessitam de componente presencial.

2.3.1. Preparar a instituição para o crescimento do e-learning

A crescente utilização de ferramentas de e-learning, quer pelos alunos, quer pelas instituições, requer outros indicadores para além da aceitação crescente do uso de tecnologia, no reforço dos seus processos de ensino. Na maioria das instituições, o resultado deste processo evolutivo traduz-se na crescente introdução de actividades suportadas por ferramentas e abordagens de e-learning, nas suas unidades curriculares. Mas ao analisar-se o crescimento face a uma comparação com o seu possível potencial, podemos considerar que o aumento é de pequena escala, ou traduzindo-se por actividades periféricas.

A posição dominante do e-learning continua a recair na sua utilização como ferramenta complementar no processo de ensino e aprendizagem onde a maioria das suas actividades estão relacionadas com módulos, ou segmentos, de unidades curriculares. Um dado interessante é que no nível de pós-graduação existe uma percentagem maior de adopção, talvez porque favoreça a experiência ao aluno, para a combinação do trabalho e família com o estudo. Outro dado relevante, relativo às instituições que adoptam estas ferramentas, é que as áreas mais significativas na utilização de tecnologia nos processos de ensino e aprendizagem são das áreas de tecnologias de informação, negócios e gestão.

As instituições, de momento, estão mais interessadas em melhorar o seu processo de ensino, com recursos baseados em e-learning, para oferecer maior flexibilidade nas propostas de ensino e para aumentar a quantidade de conteúdos e a sua respectiva qualidade. Todavia, o interesse torna-se relativamente baixo, quando se perspectiva a utilização do e-learning para o desenvolvimento de novos mercados ou para a redução de custos através da diminuição das componentes presenciais e dos recursos em sala de aula.

Na aplicação prática de plataformas de ensino e aprendizagem à distância, uma das mais adoptadas são os sistemas de gestão de aprendizagem (LMS). Este tipo de software permite a gestão de matrículas, o acesso a materiais didácticos, a realização de avaliações, bem como a disponibilização de vias de comunicação *on-line* entre professores e alunos. Ao analisar o mercado e as ofertas deste tipo de plataformas podemos verificar que os dois principais fornecedores comerciais de software LMS (*Blackboard* e *WebCT*) atingiram significativas quotas de mercado, enquanto o desenvolvimento e utilização de software aberto (como por exemplo, *Moodle*, *Sakai*) são tendências crescentes em instituições de ensino superior.

O recurso à utilização de software aberto e ao desenvolvimento de software pela instituição, por vezes pode transmitir a percepção de um sentimento de insuficiência em relação à oferta comercial, mas também pode revelar o desejo de manter autonomia institucional, ao longo do processo de desenvolvimento, nomeadamente no que pode representar como valiosa propriedade intelectual.

Mas talvez neste processo todo o factor determinante em muitos casos serão as questões financeiras para o caso da utilização de ferramentas de software aberto para o desenvolvimento deste tipo de abordagens.

2.3.2. Como preparar a comunidade de autoria e os alunos

Em geral, as instituições de ensino superior sentem que o e-learning tem um efeito globalmente positivo sobre a qualidade do ensino e da aprendizagem, mas isso pode não ser suficiente claro para compensar as dúvidas que prevalecem sobre o valor pedagógico do ensino e aprendizagem à distância.

Embora já ofereça experiências enriquecedoras uma das razões que podemos constatar para o crescimento do cepticismo reside provavelmente no facto de o e-learning não ter realmente revolucionado o ensino e aprendizagem como foi anunciado. A actual imaturidade do ensino e aprendizagem à distância é demonstrada, pela baixa adopção (cerca de 6,6%) de sistemas de gestão de conteúdo, sendo o conteúdo considerado um objecto educativo que pode ser manipulado e re combinado para múltiplas propostas pedagógicos diferentes.

Neste panorama o conceito de objectos educativos surge como uma das abordagens mais entusiasmantes, até à data. Um objecto educativo pode ser descrito como um recurso que pode ser utilizado e reutilizado, em diferentes contextos, para diferentes fins, e por diferentes autores. Apesar do interesse considerável por este tipo de modelo de conteúdo, a verdade é que a sua implementação é confrontada com uma série de desafios, dificultando deste modo a sua adopção generalizada pelas instituições. Existem preocupações evidentes na adopção de objectos educativos, onde se destaca a relutância por parte dos autores em usar materiais de terceiros, implicativas para a reutilização, levantando questões relacionadas com os direitos de autor do recurso original.

Na realidade, uma constatação é que o impacto da utilização das TIC tem sido mais ao nível dos serviços administrativos das instituições, com a utilização de ferramentas para a gestão de matrículas e pagamentos. De outro modo, as TIC ainda não promoveram a dita revolução anunciada no ensino presencial, mas têm com certeza mudado a experiência de aprendizagem dos alunos, pela quebra de barreiras de tempo e de espaço, bem como pelo proporcionar de um acesso mais fácil à informação, aos conteúdos e ao conhecimento.

No entanto, para algumas instituições, as questões que subsistem como principais obstáculos estão relacionadas com as infra-estruturas tecnológicas e organizacionais, além do respectivo financiamento para suportar a aquisição dessas novas competências. Para isso, as instituições necessitam de reorganizar-se e reestruturar-se, pois é necessário contar com equipas que foquem o desenvolvimento e o desenho de cursos a fim de complementarem a comunidade de autoria e de forma a apoiar também os estudantes. Outro desafio que é amplamente visto como um factor chave para a utilização e desenvolvimento do e-learning no ensino superior consiste na capacidade da instituição em persuadir os seus membros de forma a participar activamente no desenrolar desses projectos.

Como foi considerado anteriormente muitas vezes a resistência à utilização de tecnologias no ensino pelos membros da instituição pode ser explicada parcialmente pela percepção das limitações, insuficiências de maturidade e falta de coerência das ferramentas disponíveis. Mas a baixa adopção deste tipo de plataformas também pode ser explicada pela falta de tempo ou

de motivação para realizar o que é basicamente uma tarefa adicional, uma vez que o e-learning principalmente suplementa e não substitui o ensino presencial. Neste caso o professor aliado ao domínio insuficiente das aplicações normalmente opta por utilizar recursos familiares e que considera ser mais eficazes para o auxílio das suas actividades de ensino. No entanto, em todos os casos o reforço de experiências bem sucedidas e a partilha generalizada de boas práticas e políticas continuam a ser os verdadeiros desafios.

Desse modo, algumas instituições caminham para o estabelecimento de parcerias abrangendo as actividades de desenvolvimento de infra-estruturas de e-learning, sistemas de gestão de aprendizagem, repositórios de objectos educativos, ou até para a criação de recursos didácticos, com o intuito de desenvolver programas conjuntos e colaborações em projectos de investigação e para fortalecerem os seus processos de produção e divulgação de novos conhecimentos. Então os objectivos passam pela partilha de boas práticas para impulsionar a incidência do e-learning nas instituições. Do mesmo modo outro objectivo que resulta da partilha é a divisão dos custos inerentes à aquisição de hardware, desenvolvimento de software e a constituição de novas equipas de técnicos especializados.

As parcerias entre instituições de ensino, permitem a construção de redes de conhecimento podendo estas serem utilizadas para aumentar a difusão de conhecimentos e de boas práticas. Analisando a questão das parcerias sobre a perspectiva do desenvolvimento de conteúdos pode-se então colocar uma questão muito pertinente. Os direitos de autor permanecem do lado da instituição que desenvolveu os conteúdos? Mais uma vez, as questões relacionadas com os direitos autorais surgem para levantar dúvidas e reticências, às instituições e às respectivas comunidades de autores. O certo é que não existe uma resposta inequívoca e terá sempre que passar pela definição de políticas de parcerias e de implementação de práticas de e-learning.

2.3.3. A aprendizagem on-line pode ajudar a reduzir os custos

Uma das maiores vantagens associadas ao e-learning é vista pela promessa da redução de custos, em comparação com o método tradicional de ensino. Contudo, as vantagens relacionadas com o aumento da automatização de processos, diminuindo assim os custos marginais, não se concretizaram, uma vez que o seu grande impacto foi o de complementar as actividades presenciais. O desenvolvimento e a entrega do e-learning continuam a caracterizar-se pelo elevado custo de desenvolvimento de software e por envolver uma significativa infra-estrutura de recursos financeiros (custos).

Mesmo generalizando o caso para a utilização das TIC em aplicações para fins administrativos, constatamos que estas geralmente complementam e não substituem os processos tradicionais, o que deste modo impede uma redução significativa dos custos. Com isto, as instituições estão numa posição expectante em relação ao e-learning ajudar na redução de custos do ensino, mas em muitos casos, essa visão optimista só poderá acontecer numa visão que no mínimo será a médio prazo.

Contudo existem orientações para o e-learning se tornar num modelo menos dispendioso, em comparação com o ensino tradicional. Em qualquer caso, é necessário efectuar uma reorganização que deve implicar numa diminuição dos custos de desenvolvimento dos cursos, aumentando a relação aluno/pessoal e permitindo a poupança, devido à menor utilização de componentes presenciais, como as salas de aula.

Do mesmo modo, as instituições necessitam de efectuar uma normalização dos cursos a nível organizacional. Além disso, também devem considerar a utilização de software aberto, adopção de normas, ou o uso de modelos de objectos educativos, que continuam a ser elementos em posição de destaque para aumentar a reutilização dos conteúdos e a respectiva partilha, contribuindo assim para a redução de duplicações.

Contudo a nível de recursos financeiros o financiamento interno subsiste, mas muitos dos projectos de desenvolvimento só foram possíveis de existir através do benefício de fundos governamentais e de agências não comerciais. Apesar de não haver um modelo sustentável de negócio consideramos que os financiamentos especiais internos ou externos continuam a ser uma característica fundamental para o desenvolvimento do e-learning no ensino superior. Estes apoios resultam da constatação de que o e-learning ainda é uma nova actividade que merece ser alvo de estudos de investigação e de experimentação.

2.3.4. Construir o progresso da utilização de TIC

Actualmente, os estados ou governos nacionais desempenham um papel importante na definição de estratégias de financiamento do ensino superior e do e-learning. No entanto, os governos e as instituições precisam de ter uma compreensão mais clara acerca da redução dos custos e dos benefícios acarretados pela introdução de TIC nos processos de ensino e aprendizagem para melhorar a qualidade da educação em termos de oferta.

Focando o caso do e-learning, este pode ser utilizado para melhorar a aprendizagem à distância e aumentar o acesso e a participação no ensino superior, como parte de uma política de aprendizagem ao longo da vida. Também pode ser utilizado para melhorar a experiência de aprendizagem do aluno, na própria instituição. Para isso, é necessário encontrar um caminho para integrar o e-learning, bem como maximizar o seu impacto, nas instituições que adoptam este tipo de tecnologias. As ferramentas para suportar as actividades de e-learning estão disponíveis, o problema é que por vezes as instituições e os seus membros não as utilizam suficientemente.

Com efeito, os resultados obtidos pela utilização do e-learning são demasiadas vezes dispersos dentro e entre as instituições, de modo que mesmo as práticas bem sucedidas e as experiências que atingem um patamar relevante acabam por ter um impacto limitado e de pouca visibilidade.

Em suma, uma melhor gestão do conhecimento tornou-se crucial para o desenvolvimento de actividades de e-learning nas instituições. É nesse campo, que os governos podem ajudar, através de:

- Incentivar a divulgação de boas práticas e experiências bem sucedidas para estimular a inovação;
- Incentivar o desenvolvimento de competências técnicas através da formação de pessoal garantindo novas valências a nível institucional;
- Apoiar a investigação, para o desenvolvimento de objectos educativos, e de outras inovações promissoras;
- Explorar as questões em torno da propriedade intelectual e dos direitos de autor;
- Promover o diálogo entre fornecedores das TIC e as instituições, apoiando parcerias, a fim de manter os custos a um nível razoável.

Quando os governos são chamados a participar no financiamento de projectos na elaboração de políticas, devem ter em conta a importância da autonomia académica. A sua participação activa nas instituições de ensino superior pode ser, de facto, vital para o crescimento do ensino e aprendizagem com base em tecnologia. Para isso, é importante estabelecer um calendário adequado em que o governo e a instituição definem objectivos e políticas para o desenvolvimento de novas capacidades. De facto podemos continuar a considerar que o e-learning parece estar numa posição relevante para transformar, para melhor, o ensino e aprendizagem das instituições de ensino superior, a longo prazo.

2.4. O futuro dos repositórios

Os objectivos do desenvolvimento dos repositórios passam por promover, divulgar e preservar a propriedade intelectual das instituições de ensino superior. Devido a isto, os repositórios têm crescido a um ritmo acelerado, na última década, através de um mercado cada vez mais consistente, quer seja no campo de produtos que exigem pagamento para a sua utilização, ou de produtos de software aberto. No que diz respeito ao software aberto, o mercado tem um dominador comum, com uma tripla a dominar esse campo (EPrints, DSpace e Fedora).

Com a abertura das redes de colaboração onde figuram as instituições de ensino e as comunidades de software envolvidas no desenvolvimento dos repositórios e na sua evolução fizeram com que a própria capacidade dos repositórios para a divulgação e preservação, aumentasse muito. No entanto, é necessária a formação de uma comunidade global, sobre repositórios, para poder suportar os utilizadores dos sistemas (instituições) e para suportar os utilizadores dos recursos dentro dos sistemas (comunidade de autoria e alunos).

Actualmente, muitas instituições possuem repositórios que estão continuamente a expandir-se quer em tamanho, quer em funcionalidades e com isto, as suas preocupações mudaram da

problemática de como colocar um repositório a funcionar, para como possibilitar a sua expansibilidade, tanto a nível tecnológico, como a nível organizacional.

Uma vez que o contexto de implementação de um repositório apresenta uma grande diversidade quer em tamanho, quer nos requisitos dos seus utilizadores, múltiplas arquitecturas e abordagens são requeridas para o repositório poder oferecer várias funcionalidades de forma a serem adaptadas a cada caso específico. Para isso, a instituição deve colocar sempre o real utilizador (comunidade de autoria, alunos) no ponto de enfoque do desenvolvimento do repositório, garantindo sempre uma boa relação entre o custo e a eficiência.

2.4.1. O caminho percorrido

Como consideramos anteriormente os repositórios têm evoluído rapidamente nos últimos anos. Em Setembro de 2009, um portal Web para o registo voluntário de repositórios (*OpenDOAR directory*) listava mais de 1.490 repositórios operacionais, que abrangem uma vasta gama de contextos e funcionalidades. Para caracterizar esta evolução, pode-se utilizar o ciclo convencional (Gartner Hype Cycle) da adopção de novas tecnologias, como tentativa de mostrar o nível esperado de adesão que os repositórios devem alcançar no futuro próximo.

Esta representação gráfica (Aschenbrenner & Blanke, 2008), como se pode ver na figura abaixo, ilustra uma continuidade na utilização de repositórios apesar desta, passar por uma fase de desilusão, onde a tecnologia perde visibilidade. Normalmente este “vale de desilusão” surge porque a tecnologia provavelmente não atingiu as expectativas geradas em torno da sua criação e utilização. No entanto, se as instituições e organizações mantiverem um espírito inovador podem evoluir na aplicabilidade destas tecnologias, permitindo aos seus utilizadores compreenderem, finalmente, a sua utilidade, para as adoptarem de uma forma natural.

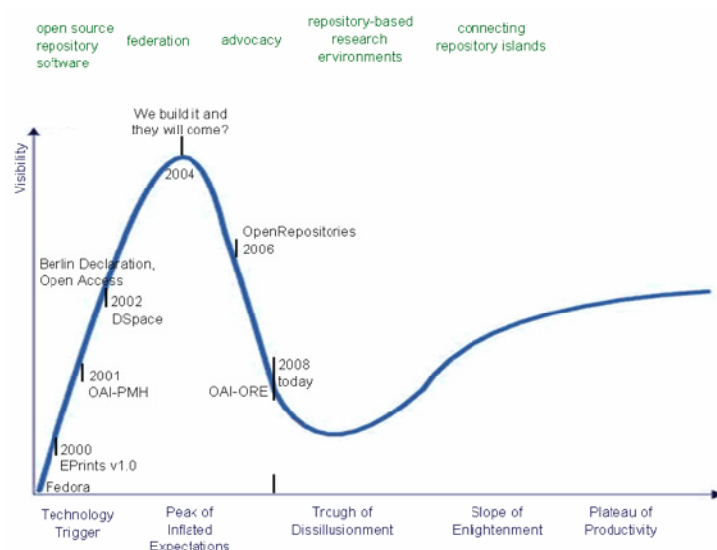


Figura 2 – A adopção de repositórios baseada na curva “hype” de Gartner

O início da invenção de tecnologias de repositórios retrata que os repositórios eram muitas vezes construídos de raiz pelas instituições. Mas, com o início do século XXI, várias iniciativas começaram com propósitos de desenvolver software e de partilhar abertamente o seu código fonte, permitindo deste modo a construção de redes de conhecimento e de desenvolvimento. Esta fase caracterizou-se, além disso, por ter durante algum tempo tantos repositórios emergentes e ferramentas de software aberto, que se tornava difícil monitorar todas.

Nesta fase é importante ressaltar que os principais indicadores da maturidade da adopção destas tecnologias não residem no número e tamanho das iniciativas de utilização de repositórios mas sim, na disponibilidade de software e da sua interoperabilidade.

Actualmente, o mercado de repositórios de software aberto convergiu para um número reduzido de três comunidades de desenvolvimento (EPrints, DSpace, e Fedora). Em termos globais, a disponibilidade de software para o desenvolvimento de repositórios, estabilizou muito rapidamente; no entanto, o universo de repositórios é bastante mais vasto, e vai para além dessas opções. Assim, novos sistemas que funcionam sobre modelos de armazenamento de conteúdos, surgem em áreas afins, de onde se destacam as plataformas de Web Semântica, os repositórios de tipos de conteúdos específicos (como por exemplo, Flickr, YouTube, SlideShare), e os chamados repositórios de documentos pessoais Web 2.0 (como por exemplo, GoogleDocs, Zoho).

Nesta fase, apesar da evolução contínua da tecnologia, as questões sociais e políticas sobre a utilização de repositórios prevalecem na sua adopção pela parte de todos os intervenientes. Como o principal objectivo de um repositório é divulgar e preservar a propriedade intelectual de uma instituição então é necessário que a sua comunidade de autoria participe activamente no depósito de conteúdos.

O certo é que algumas implementações de repositórios continuam a lutar para obter depósitos e esta falta de adopção pela parte dos utilizadores tem suscitado assim um grande desafio para a comunidade dos repositórios. Deste modo, as instituições e os utilizadores necessitam de perceber a utilidade deste tipo de ferramentas para as poderem utilizar como forma de ajuda no cumprimento dos seus objectivos e tarefas (Foster & Gibbons, 2005).

Quando os benefícios dos repositórios não eram suficientemente claros para as diferentes comunidades de utilizadores, a evolução dos repositórios estagnou para o "vale da desilusão". A saída, deste patamar de pouca visibilidade, necessita que os repositórios alcancem um estatuto privilegiado junto dos utilizadores, para se tornarem numa parte natural do planeamento de trabalho diário do utilizador. Esta fase é denominada por "rampa de iluminação" e caracteriza o momento em que os utilizadores percebem finalmente a utilidade dos repositórios.

Para aumentar o seu valor perante os utilizadores e chegar ao pleno da sua produtividade, os repositórios têm de transmitir confiança ao utilizador, nas suas actividades de preservação e divulgação do património intelectual. Além disso os repositórios devem facilitar a criação de trabalho colaborativo científico através da reutilização de conteúdos, e através da sua

incorporação no fluxo de trabalho científico do utilizador e de outras plataformas. Para este caminho “planalto de produtividade” onde todos os intervenientes sabem utilizar estas tecnologias e percebem a sua utilidade, os repositórios devem afastar-se do modelo de depósito de um repositório institucional, tradicional, e caminhar para um ambiente de informação onde os repositórios são combinados com outros sistemas, para o crescimento mútuo, e beneficiando as suas comunidades.

2.4.2. Que direcção deve ser seguida pela instituição

Hoje, para uma instituição implantar um repositório, baseado em software aberto, é um processo relativamente simples, mas a questão que sobressai nesse processo é de que para além da instalação do software deve ainda ser efectuada a personalização do repositório, atendendo às reais necessidades da instituição e dos requisitos dos seus utilizadores.

Por outro lado, com a abertura do funcionamento do repositório, os seus potenciais depositantes de conteúdos precisam de ser informados e as suas contribuições solicitadas. Além disso, deve-se apostar desde o início em acções de formação dos seus utilizadores, na divulgação e no *branding* do repositório. Assim, como se pode imaginar, existem inúmeras outras tarefas necessárias para tornar um software genérico num serviço institucional. Assim as instituições devem obter uma resposta para as seguintes assuntos (RLG, 2002):

- A instituição deverá ser capaz de fornecer a preservação a longo prazo, mesmo superando uma mudança tecnológica;
- Como é que o repositório poderá ser introduzido no ambiente organizacional e tecnológico existente;
- A adopção de tecnologias e procedimentos sustentáveis permitem a construção de um repositório seguro;
- O repositório é susceptível de crescer em tamanho e funcionalidades adicionais que serão exigidas ao longo do tempo;
- Como alcançar a viabilidade organizacional e a sustentabilidade financeira;
- Quais os mecanismos de gestão de direitos de autor e de segurança que devem estar presentes;
- A instituição deverá estabelecer boas práticas para a criação de conteúdos.

Com certeza que haverá muitas outras questões para colocar, e com cada uma delas a oferecer um desafio para o repositório. O certo é que neste momento e diante dessas questões, o cenário introduzido pela construção de ilhas, de repositórios locais, torna-se insuficiente. Sendo certo que uma única instituição não pode e não precisa de enfrentar todas estas questões sozinha. O caminho deve passar, então, pela partilhar de tarefas e responsabilidades entre várias instituições, através da elaboração de protocolos de colaboração e de parcerias.

2.4.3. O caminho pode passar por tornar o repositório num ambiente aberto

Os estudos efectuados sobre as necessidades, dos utilizadores identificam uma variedade de pontos impulsionadores para a adopção de repositórios (Foster & Gibbons, 2005). A divulgação de investigação, normalmente, atinge um ranking baixo na lista, porque muitas vezes perde significado, em comparação com as revistas de publicação científica, que muitas vezes são consideradas como a rota mais confiável para o crédito científico.

No topo das motivações, emergem os mecanismos que permitem a colaboração entre instituições e as suas comunidades de autoria, disponibilizando para isso ferramentas e ambientes para a co-autoria de conteúdos, e para a condução de projectos de investigação, entre instituições. Além disso, os utilizadores mostram um grande interesse por ferramentas que permitem controlar as várias versões dos conteúdos, que disponibilizam um acesso fácil para os trabalhos desenvolvidos pelos seus colegas e que preserva correctamente os direitos de autor e de segurança dos conteúdos.

Contudo, o desenvolvimento dos repositórios caminha claramente segundo linhas de orientação que têm como objectivo tornar os seus próprios sistemas o mais aberto possível, tanto para o lado do sistema como para as várias camadas da sua arquitectura. Actualmente, e cada vez mais, vários componentes e funcionalidades disponíveis nos repositórios podem ser misturados com outros tipos de plataformas ou mesmo com outros repositórios. Assim podem ser implementados serviços externos, adaptados às capacidades e necessidades de uma instituição.

A aquisição de um estatuto de confiança, por parte de um serviço de repositório só será alcançado se esse repositório disponibilizar um serviço estável e seguro, sendo estabelecido através das políticas sobre a utilização do repositório, do estatuto entre os pares, e pelo fornecimento de serviços de valor acrescentado à sua comunidade.

Hoje, as oportunidades oferecidas pela abertura dos ambientes de repositórios, e da sua partilha entre instituições são mais nítidas; no entanto, muitas das implementações actuais ainda não se confirmam como uma plataforma coerente. Contudo acreditamos que a natureza colaborativa, em forma de comunidades, irá proporcionar um impulso para os repositórios, tornando-os mais abertos e em ambientes partilhados permitindo, deste modo, beneficiar todos os intervenientes envolvidos no desenvolvimento.

3. Estado da Arte

Como foi visto no capítulo anterior, existem muitos factores que podem impulsionar a utilização de TIC nas instituições de ensino superior. Também foi possível compreender toda a complexidade que esse processo envolve. E, como estamos perante um tema que envolve o ensino e aprendizagem numa instituição de ensino, as questões surgem, em maior número, nas definições de políticas e regras de utilização deste tipo de plataformas, pelas instituições.

No caso da presente dissertação, a sua orientação tem em linha de conta os repositórios de objectos educativos, visto que são dados como um factor determinante para o aumento de utilização de objectos educativos, nas instituições de ensino superior. Os repositórios podem assim tornar-se numa plataforma determinante na implementação de políticas de objectos educativos, porque permitem a sua procura e reutilização. A palavra determinante neste processo todo, é “reutilização” dos objectos educativos.

Ao longo do presente capítulo, são expostos os conceitos e modelos presentes na criação de objectos educativos. Além disso, é efectuada uma análise das principais instituições envolvidas no desenvolvimento de normas e especificações para o ensino e aprendizagem com base em tecnologia, e dos factores determinantes para o aumento da reutilização dos objectos. A base deste capítulo servirá para o levantamento de requisitos do repositório TREE e consequentemente resultará na escolha do software aberto para a implementação do mesmo.

Para isso, realizámos um levantamento de algumas das principais características e das principais plataformas que servem de repositórios de objectos educativos, isto, numa perspectiva de analisar as implementações efectuadas por outras instituições, e das ferramentas de software aberto que permitam desenvolver o nosso repositório. Nesta pesquisa fizemos uma abordagem às tecnologias de suporte, à concepção dos seus sistemas, procurando, então, identificar directrizes que auxiliassem o planeamento do desenvolvimento do repositório.

3.1. Objectos Educativos

Os ambientes de ensino e aprendizagem baseados em tecnologia estão a ser cada vez mais utilizados no meio educacional. O desenvolvimento de material didáctico para ser disponibilizado nesses ambientes exige criatividade, disponibilidade de tempo e o conhecimento de ferramentas e tecnologias adequadas. Visando minimizar o tempo e o esforço despendido no desenvolvimento de material educacional, e pensando na forma de reutilizar esse mesmo material, surgiu o conceito de objecto educativo.

O conceito de objecto educativo suscita diferentes significados, para diferentes pessoas. As definições variam de algo tão pequeno como um parágrafo de um texto, a algo tão grande como uma unidade curricular (Wiley, 2000). Outras definições apontam para um agrupamento de conteúdos associados a um objectivo de desempenho, ou a um objectivo de aprendizagem.

Também existem outras definições que se centralizam no conceito de aprendizagem em vez de concentrarem-se no conteúdo, ou nos objectos de conhecimento. Na verdade, a quantas mais pessoas se colocar a questão sobre em que consiste um objecto educativo, mais respostas obterá (Barritt & Alderman, 2004).

De acordo, com o IEEE – LTSC, uma organização de normalização de tecnologia educacional, os objectos educativos são "qualquer entidade, digital ou não digital que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante a aprendizagem baseada em tecnologia." A expressão "qualquer entidade" engloba vários objectos de tamanhos diferentes, com funções e público-alvo bem definidos. Quanto ao "ensino baseado em tecnologia", de acordo com a especificação IEEE, inclui os sistemas de formação baseado em computadores, ambientes de aprendizagem interactivos, sistemas de ensino inteligentes assistido por computador, sistemas de aprendizagem à distância e ambientes de aprendizagem colaborativa.

De uma maneira simples, ao definir um objecto educativo como “uma parte (pedaço) de educação que é composto por conteúdos e avaliações baseados num objectivo de aprendizagem específico, e com metadados descritivos em torno dele”, a *International Data Corporation* (IDC, 2001) propõe um modelo de objecto educativo composto por quatro estruturas principais: objectivos da aprendizagem; avaliação; conteúdo da aprendizagem; e metadados.



Figura 3 – Modelo de um objecto educativo (IDC, 2001)

Assim, o objecto educativo é construído de forma a auxiliar os alunos a alcançar os objectivos educacionais específicos do objecto. O grau de especificidade dos objectivos será o principal determinante da frequência com que o objecto educativo será visto.

O modelo proposto pela IDC prevê que os alunos possam submeter-se a uma pré-avaliação para determinar se possuem os conhecimentos necessários para completar a actividade de aprendizagem. Com o resultado da pré-avaliação, o caminho a ser percorrido dentro do curso pode ser personalizado, disponibilizando informações aos alunos sobre os conhecimentos adquiridos e onde deve concentrar os seus esforços. Após completar as tarefas implícitas à actividade, o aluno pode ser submetido a um novo teste, isto é, uma pós-avaliação (avaliação final), para identificar se alcançou os objectivos propostos pelo objecto educativo.

O conteúdo da aprendizagem é essencialmente o material utilizado para apresentação do conteúdo pedagógico abordado no objecto educativo, podendo incluir texto, gráficos, áudio, vídeo, imagens, simulações, questionários, entre outros. O conteúdo da aprendizagem não está associado a nenhum tipo de formato, e pode ser criado através de várias ferramentas de autoria.

Perante a necessidade de descrever o que compõe o conteúdo de um objecto educativo, é necessário criar uma estrutura de metadados. Então, os objectos educativos são catalogados com a informação descritiva relativa ao conteúdo, possibilitando deste modo o seu armazenamento e referência, numa base de dados, ou num repositório de objectos educativos.

Os metadados dos objectos educativos incluem tipicamente informações sobre o conteúdo educacional (Wiley, 2000), o grau de dificuldade dos objectivos, o tipo de conteúdo, o público-alvo do objecto e qual é o idioma do conteúdo da aprendizagem, entre outros. Assim a estrutura dos esquemas de metadados torna-se assim essencial para a catalogação, procura e recuperação dos conteúdos de aprendizagem, armazenados em sistemas que garantem a sua preservação. Sem metadados, um dos principais benefícios, a reutilização, será perdido.

O ciclo de vida de um objecto educativo (Fulantelli, Gentile, Taibi & Allegra, 2008), do ponto de vista teórico, mostra que um objecto pode ser utilizado inúmeras vezes, por um período longo de tempo, apesar de apresentar ligeiras flutuações depois de atingir o seu ponto de maturidade. A figura abaixo, mostra, no entanto, que o típico objecto educativo acaba por entrar em decréscimo de utilização depois de atingir o seu estado de maturidade. O aumento do ciclo de vida dos objectos educativos depende de três factores fundamentais: acessibilidade; interoperabilidade; e reutilização.

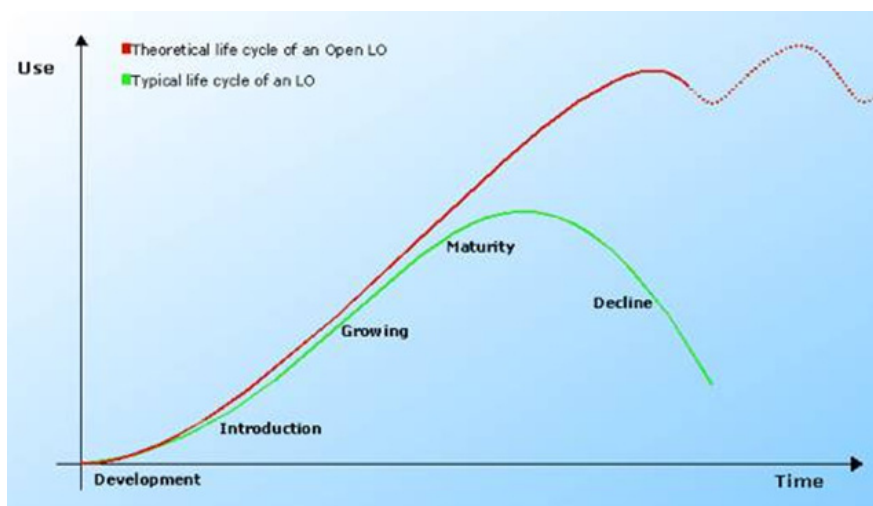


Figura 4 - Ciclo de vida de um objecto educativo

A acessibilidade dos objectos educativos aumenta quando se adiciona informação descritiva (metadados) aos recursos, com o intuito de facilitar o processo de procura e de recuperação, e não deve depender da experiência ou localização do utilizador. Para além disso, os objectos educativos devem ser independentes do meio de entrega, e dos sistemas de gestão de aprendizagem, para que desse modo possam ser utilizados e transferidos, sem dificuldade,

entre diferentes tecnologias e instituições. Então, a construção dos objectos educativos deve ser feita atendendo à acessibilidade, e à interoperabilidade (Cognitive Design Solutions, 2003), para conferir à partida uma maior liberdade à reutilização, permitindo que os objectos possam funcionar em diferentes cenários e contextos de ensino e aprendizagem.

No entanto, vários factores surgem associados à diminuição da reutilização de objectos educativos, com particular destaque para as questões da interoperabilidade de um objecto, da variação da qualidade apresentada pelos conteúdos de aprendizagem e dos direitos de autor do material didáctico. A questão da interoperabilidade está presente nos objectos educativos e depende de factores como o tamanho, idioma ou tipo de formato do material didáctico, podendo ainda dar-se o caso de alguns recursos necessitarem de *players* (áudio ou vídeo) para a sua visualização.

A variação da qualidade apresentada pelos conteúdos serviu de impulso para vários repositórios optarem por uma extensa revisão paritária para tentar instituir critérios de qualidade, nos seus repositórios. Foram para isso desenvolvidos sistemas de garantia de qualidade, mas estes, no entanto, não são aplicados consistentemente na produção, classificação e utilização de objectos educativos. Além disso, as dúvidas levantadas sobre os direitos de autor dos materiais didácticos ainda não estão resolvidas de forma consistente, e a sua discussão contínua em aberto em toda a comunidade envolvida no ensino e aprendizagem distribuída.

Para que um objecto educativo seja eficaz na transmissão de conhecimento deve ser relevante para os conteúdos da aprendizagem e deve contribuir materialmente para atingir os objectivos pretendidos. Por isso, o conteúdo deve ser apropriado culturalmente e os significados que comunicam dentro de um contexto cultural devem reforçar os objectivos da aprendizagem.

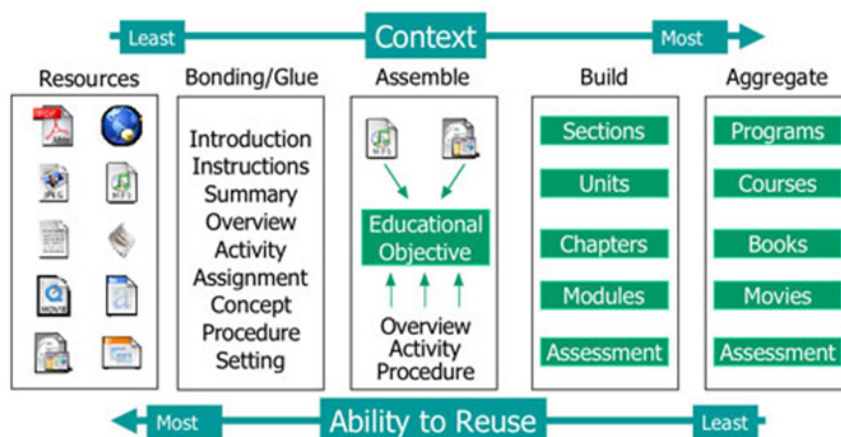


Figura 5 – Contexto versus reutilização de um objecto educativo

Como se pode verificar pela figura 5, a reutilização de um objecto educativo depende directamente do contexto onde está inserido e esta diminui quando o contexto aumenta. Como se pode verificar, ainda, na figura anterior, o objecto educativo quando surge na forma de colecção (por exemplo, unidade curricular, livros, filmes) apresenta uma reutilização mínima (D'Arcy Norman, 2003).

3.2. Reutilização de objectos educativos

Como foi visto anteriormente, os objectos educativos são criados em pequenos pedaços, armazenados em bases de dados e entregues aos alunos através de uma variedade de meios de entrega (ver figura 6). A definição de objectos educativos tem de envolver, as questões relacionadas com o sistema de entrega, tipo de formato do conteúdo e os elementos que constituem o seu contexto. Assim, o contexto e os objectivos de aprendizagem devem encaixar-se com as abordagens pedagógicas, na concepção do seu funcionamento e das suas metodologias. Todavia, para os objectos educativos serem reutilizáveis, devem conter também dados informativos para suportarem as funções de procura para que, desse modo, os utilizadores os possam encontrar e reutilizar (Barritt & Alderman, 2004).

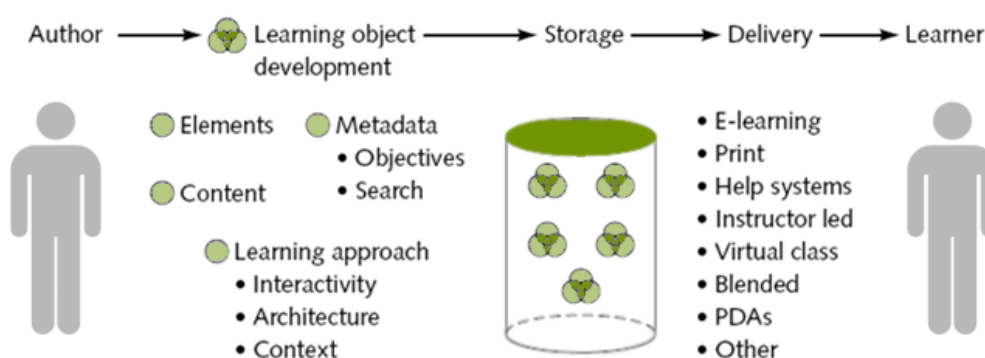


Figura 6 – O processo de entrega de objectos educativos

A promessa visada pela reutilização é que os objectos educativos podem ser aproveitados, interligados, ou copiados por vários autores, e colocados num qualquer número de programas de aprendizagem, para de seguida, serem entregues numa variedade de plataformas de entrega. Evidentemente, existem para além da reutilização, outras palavras que poderiam igualmente falar das vantagens dos objectos educativos. Poderíamos focar-nos na modificação desses objectos, através da transformação, evitando deste modo informação redundante do conteúdo. Da mesma forma, poderíamos falar sobre a restrição dos direitos de autor, que obriga as instituições a criar e estabelecer bases para as suas políticas de utilização de objectos educativos.

Pragmaticamente, a pura reutilização é um cenário ideal (Wiley, 2000). Na prática, muitos autores acabam por adoptar uma abordagem de transformação, que consiste num processo de reconstrução de conteúdos. Neste cenário, podemos considerar um autor que procura um objecto educativo existente, que pode estar armazenado num repositório, e altera-o de alguma forma, para o adaptar às suas necessidades específicas. Contudo esta abordagem, que resulta na transformação de conteúdos, de um objecto educativo pode implicar algumas consequências negativas, para todos os intervenientes.

Para começar, cada objecto modificado torna-se numa cópia, na base de dados e, portanto, acrescenta um novo objecto ao repositório, o que pode traduzir-se numa dificuldade acrescida para a sua distinção. Isso proporciona, um maior número de objectos disponíveis para

reutilizar no futuro, mas também pode limitar significativamente a capacidade de os encontrar. No entanto existem outras questões que contribuem negativamente para a reduzida implementação de práticas e conceitos de reutilização de conteúdos. O controlo de versão de um conteúdo, os direitos sobre a propriedade intelectual, e a actualização dos conteúdos originais são questões que necessitam de ser clarificadas e que implicam que as instituições implementem políticas que ajudem a clarificar e salvaguardar os interesses quer das instituições quer das suas comunidades de autoria. Hoje ninguém duvida de que um dos principais activos das instituições de ensino superior é a produção intelectual dos seus professores e investigadores.

A reutilização de conteúdos tem como uma das vantagens o evitar recriar material que já existe. Além de permitir encontrar objectos educativos, existentes, para uma possível reutilização, em novas soluções, a reutilização oferece aos autores os seguintes benefícios:

- Racionalizar o processo de criação de conteúdos, através do uso de templates de modelos de objecto específicos, que permitem a criação de cursos através da utilização de comandos simplificados;
- Consistência na concepção e no processo de desenvolvimento, permitindo mais tempo para o autor se concentrar no conteúdo;
- Disponibilizar conteúdo existente para reutilização (ou transformação) reduzindo a possibilidade de múltiplos autores criarem o mesmo conteúdo;
- Habilidade para criar objectos, que podem ser utilizados, em sala de aula, portais Web, PDA's, ou, por exemplo, para a construção de manuais técnicos on-line;
- Reconstrução de unidades curriculares, com novas configurações, sem ser necessário, reescrever os conteúdos;
- Partilhar a mesma informação, sem grande dificuldade, por vários departamentos ou divisões de uma instituição.

No caso dos alunos, talvez o maior benefício que possa surgir com a reutilização de conteúdos seja a consistência, permitindo à instituição manter a mesma aparência. Além disso, os alunos também terão os benefícios de:

- Disponibilização de informação, fornecendo aos alunos o que eles precisam apenas quando precisam;
- Formação que facilmente pode ser individualizada, onde o sistema de entrega irá sugerir a reutilização de objectos educativos para um determinado aluno;
- Capacidade de obter a mesma informação em vários formatos, permitindo ao aluno escolher o seu método preferido;
- Disponibilização de objectos educativos em repositórios, permitindo aos alunos encontrar os recursos pedagógicos de áreas que precisam de ser melhoradas.

Claro está, se os objectos educativos são reutilizáveis, surgem benefícios para os autores e para os alunos, que consequentemente também vão traduzir-se em benefícios para a instituição. No entanto, há uma importante ressalva aqui: os objectos educativos reutilizáveis não são a solução para todos os problemas da formação de uma instituição.

3.3. Instituições, normas e especificações

A evolução da educação baseada nas TIC tem acompanhado a alguma distância o ritmo de outros sectores, e uma das principais razões que contribuem para esse facto é que a transmissão de conhecimento não se faz apenas pela disponibilização de conteúdo. Embora o recurso ao ensino e aprendizagem baseados na tecnologia apresente um enorme potencial, também introduz várias questões sobre os aspectos pedagógicos no desenvolvimento de material didáctico e na acessibilidade dos objectos educativos.

Por outro lado, a reutilização de objectos educativos depende das suas características técnicas, bem como das características das plataformas em que estão armazenados. Neste sentido as normas internacionais tornam-se vitais. Com o aparecimento de diversos sistemas de ensino e aprendizagem, baseados em tecnologia, temos assistido nos últimos anos a um grande esforço de normalização, por parte de organizações internacionais, que procuram assegurar a qualidade desses sistemas e garantir a compatibilidade entre diferentes plataformas.

A utilização de metadados de âmbito educacional é essencial para a reutilização e descoberta de objectos educativos, assegurando desse modo a interoperabilidade entre diferentes plataformas de ensino e aprendizagem. O reconhecimento deste facto fez surgir várias iniciativas relevantes de diversas instituições (por exemplo, IEEE-LTSC, CEN/ISSS, IMS, US ADLnet, ARIADNE) e algumas normas e especificações emergiram nos últimos anos, estabelecendo-se uma boa plataforma de entendimento para a descrição de objectos educativos. Na figura seguinte a *ADL Co-LABs* ilustra o caminho percorrido por uma especificação técnica até se tornar numa norma “de facto”, e o envolvimento das várias instituições em cada processo.

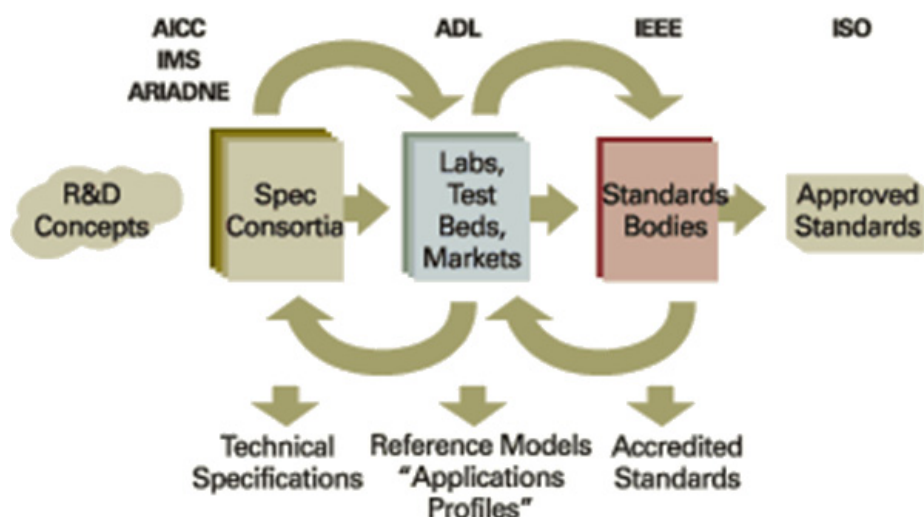


Figura 7 – O caminho do desenvolvimento de normas para o ensino e aprendizagem

De seguida, e de uma forma resumida, demonstramos algumas das linhas orientadoras no desenvolvimento de algumas normas. Assim retratamos as principais instituições presentes na promoção e no desenvolvimento de investigação, para a definição de normas para o ensino e aprendizagem distribuída e baseadas em tecnologia, entre elas estão:

Aviation Industry Computer-Based Training Committee (AICC)

O AICC é uma organização internacional fundada em 1988 por profissionais da área da aprendizagem baseada em tecnologia, que desenvolve directrizes para a indústria de aviação nos campos do desenvolvimento, distribuição e avaliação da aprendizagem baseada em computador e das suas respectivas tecnologias.

Os objectivos do AICC passam pelo auxílio aos operadores da aviação, no sentido de desenvolver directrizes que visam a promoção e implementação da aprendizagem baseada em computador, como uma forma económica e efectiva. Para esse efeito promove um fórum aberto para a discussão da aprendizagem baseada em computador e de outras tecnologias de aprendizagem, com o intuito de desenvolver directrizes que permitam a interoperabilidade entre sistemas.

As normas AICC encontram-se estabelecidas em dois campos. O primeiro, *Course Server Communication*, que estabelece a forma como são armazenados os resultados dos alunos e como são fornecidas as configurações estabelecidas pelo autor e a relação do conteúdo. O segundo, *Course Structure Definition*, especifica como deve ser disponibilizado o conteúdo dos cursos aos alunos.

Advanced Distributed Learning (ADL)

Fundado em 1997, por iniciativa do Departamento de Defesa do Governo dos Estados Unidos, é um esforço colaborativo entre governo, indústria e instituições académicas. A ADL realiza reuniões e parcerias com as principais organizações (IEEE-LTSC, AICC e IMS) com o objectivo de estabelecer normas para as tecnologias de ensino e aprendizagem distribuída.

A missão da ADL passa por promover o acesso à educação e aprendizagem de alta qualidade, moldadas às necessidades individuais dos utilizadores, com custos acessíveis, em qualquer lugar e momento. O objectivo é estabelecer um novo ambiente para a distribuição de aprendizagem, possibilitando a interoperabilidade entre ferramentas de aprendizagem e conteúdo.

Como resultado das várias reuniões e parcerias, surgiu em 2000 um conjunto de especificações que foram incorporadas no modelo de referência da ADL, denominado SCORM (ADL, 2004). A última versão da norma, SCORM 2004 (3st Edition), foi lançada em Outubro de 2006 e está prevista uma nova versão, SCORM 2.0 (Web 2.0), em Outubro de 2009.

Sharable Content Object Reference Model (SCORM)

A norma SCORM define um modelo de agregação de conteúdo e um ambiente de execução, para os recursos de ensino (*Sharable Content Objects*). O argumento para a sua utilização no desenvolvimento de conteúdos de e-learning pode ser resumido assim: reutilização, acessibilidade, durabilidade e interoperabilidade.

O principal objectivo do SCORM é proporcionar a independência de plataforma, na qual os objectos educativos serão utilizados, facilitando a transferência de cursos entre diferentes ambientes de gestão de aprendizagem (LMS), que sejam compatíveis com a norma. A transferência de um curso utilizando as especificações SCORM necessitará, assim, de um esforço mínimo.

O modelo SCORM é descrito normalmente, em sentido figurado, como uma estante com vários livros técnicos, originários de várias organizações. Cada livro pode ser visto em separado dentro de uma biblioteca de normas, ou seja, cada um aborda temas que podem ser utilizados independentemente dos outros, apesar de vários aspectos definidos num determinado livro serem utilizados noutros livros (ADL, 2004).

Os livros técnicos abordam os três tópicos principais do SCORM: *Content Aggregation Model* (CAM), *Run-time Environment* (RTE) e *Sequencing and Navigation* (SN). Um quarto livro, denominado *Overview*, proporciona uma ampla visão de todos os conceitos envolvidos na norma.

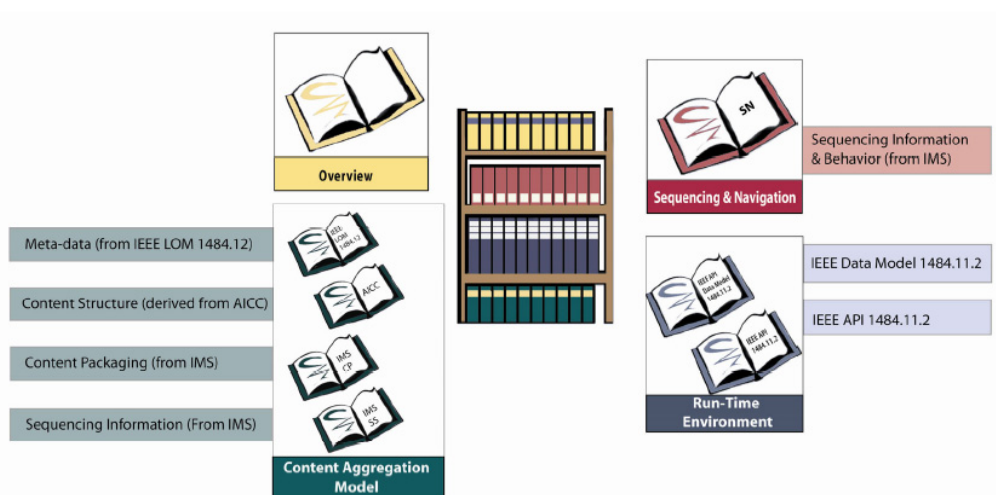


Figura 8 – Organização dos livros que compõe a norma SCORM 2004

As especificações definidas pelo modelo de agregação de conteúdo (CAM) promovem a consistência no armazenamento, catalogação, empacotamento, exportação e localização do conteúdo, assim como define regras de sequência para estes componentes. Os componentes que integram o CAM são: *Content Model*; *Content Packaging*; *Meta-data*; e *Sequencing and Presentation*.

O ambiente de execução (RTE) define as ferramentas necessárias para o acesso ao conteúdo, estabelecendo a comunicação entre o sistema de gestão da aprendizagem e os *Sharable Content Objects* (SCOs). A gestão do acompanhamento do aluno é permitida através da troca de informação entre os recursos de ensino (SCOs) e sistemas de gestão de aprendizagem (LMS). O RTE descreve um mecanismo comum para iniciar um conteúdo (*Launch*), um mecanismo comum de comunicação entre conteúdos e a API do sistema de gestão e um modelo de dados comum para acompanhar a experiência de aprendizagem de um aluno num conteúdo (*Data Model*).

A sequência e navegação (SN) descreve como um conteúdo em conformidade com a norma pode apresentar a sua sequência de actividades. Os eventos de navegação podem ser iniciados pelo sistema (*system-initiated*) ou pelo aluno (*learner-initiated*). O SN define ainda como um sistema de gestão de aprendizagem, em conformidade com a norma, interpreta a sequência de regras definidas pelo autor, ao longo de um conjunto de eventos de navegação, e os seus efeitos sobre o ambiente de execução.

ARIADNE

Este projecto foi iniciado pela Comissão Europeia em 1996, apoiando programas para o desenvolvimento de educação e aprendizagem. Desde então, uma infra-estrutura foi desenvolvida na Bélgica e na Suíça para a produção e reutilização de conteúdos de aprendizagem, permitindo o armazenamento e a descoberta distribuída, bem como a sua exploração em cursos estruturados. O núcleo desta infra-estrutura é uma biblioteca de distribuição digital de componentes educacionais reutilizáveis, Knowledge Pool System (KPS).

Os principais objectivos do ARIADNE passam pela promoção, partilha e reutilização de objectos educativos entre corporações e em instituições de ensino superior; contudo, não possui a intenção de descrever os actores envolvidos no processo de aprendizagem (ARIADNE, 2002). O ARIADNE possui dois objectivos principais em relação ao conjunto de metadados: facilitar o esforço de indexação de conteúdos; e tornar a sua procura o mais eficiente possível.

Para alcançar esses propósitos a sua proposta incide num conjunto de metadados que seja válido em qualquer ambiente, que seja independente do idioma e da cultura. A solução proposta para este problema é tornar o sistema independente do idioma original do conteúdo e do idioma dos metadados. O ARIADNE coopera com o IMS e com o IEEE LOM com o intuito de estabelecer normas de metadados para a utilização em objectos educativos.

Instrucional Management Systems (IMS) Global Learning Consortium

O consórcio IMS é uma organização sem fins lucrativos, que é composta por membros de vários sectores da comunidade do e-learning, onde se incluem empresas de hardware, instituições de ensino, agências governamentais, integradores de sistemas, fornecedores de conteúdo multimédia, entre outros consórcios. Entre seus membros e afiliados estão organizações como a Microsoft, Apple, Oracle, Sun, Cisco, MIT ou a Universidade de Cambridge.

Tem como objectivos o desenvolvimento e a promoção de especificações técnicas abertas para facilitar as actividades de aprendizagem distribuída, o acompanhamento do progresso do aluno e a recolha de informação sobre o seu desempenho, entre outros. Resumidamente, o IMS possui dois objectivos principais: a definição de especificações técnicas para promover a interoperabilidade entre aplicações e serviços do ensino distribuído; e auxiliar e encorajar a adopção dessas especificações.

O desenvolvimento da especificação IMS teve por base a preocupação sobre os aspectos envolvidos na concepção dos processos de aprendizagem, e em parte, mudar o foco de atenção do conteúdo para o processo, uma vez que a aprendizagem é um processo de consumo de conteúdos.

Para isso o IMS procura definir uma base conceptual de vários aspectos, sobre o ensino e aprendizagem, partindo para a definição de modelos abertos e comuns aos diversos sistemas, para que possam estimular e garantir a interoperabilidade, a qualidade, a disponibilidade, a segurança, e a facilidade das actividades de procura e de utilização. As diversas especificações do IMS baseiam-se na linguagem XML, tais como o *IMS Content Packaging Information Model*, e a *IMS Question & Test Interoperability Specification* (IMS, 2001).

O *IMS Content Packaging Information Model* descreve as estruturas de dados responsáveis pela interoperabilidade entre os recursos didácticos, com as ferramentas de criação de conteúdos, e com os sistemas de gestão de aprendizagem (LMS). O objectivo passa por definir um conjunto de estruturas que possam ser usadas na troca de conteúdos. O arquivo *Packaging Interchange File* (pacote de troca) é um arquivo simples (.jar, .zip) que inclui o nível superior do manifesto, num formato de entrega do tipo *Web*.

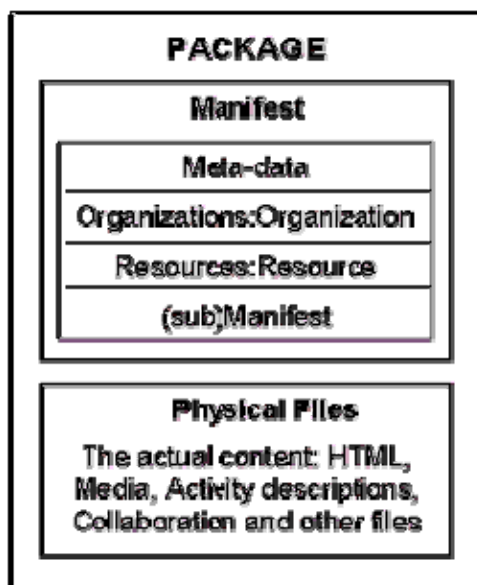


Figura 9 – Estrutura do pacote de conteúdo IMS

O *Package* ou pacote representa a unidade utilizável de conteúdos e tem instruções relevantes para a organização do curso, podendo ser entregue independentemente, como um curso completo, ou como uma colecção deles. O *Manifest*, ou manifesto, consiste numa descrição em XML dos recursos contidos e das instruções que podem descrever parte do curso ou o curso inteiro. Os recursos (*Resources*) descritos no manifesto são os elementos físicos do conteúdo, tais como portais *Web*, arquivos de texto, vídeos, áudio, animações, simulações, objectos de avaliação, entre outros. De referir que os elementos do manifesto podem ser obrigatórios, condicionais, ou opcionais.

IEEE - Learning Technology Standards Committee (LTSC)

De entre os diversos comités de normalização e os grupos de trabalho que compõe o IEEE, o LTSC é responsável pelo desenvolvimento de normas técnicas, práticas recomendáveis e orientações para a tecnologia educacional. Formado em 1996, actualmente conta com mais de 380.000 membros em aproximadamente 150 países e está subordinado ao IEEE *Computer Society Standards Activity Board*.

O IEEE-LTSC além de desenvolver normas técnicas e práticas recomendáveis, tem como objectivos criar modelos para o desenvolvimento de componentes de software e ferramentas, métodos de modelagem e implementação de recursos de monitorização do progresso do aluno (IEEE-LTSC, 2001). A norma *Learning Object Metadata* (IEEE-LOM) foi aprovada em Junho de 2002 e tornou-se uma norma de referência para os sistemas educativos que utilizam objectos educativos.

Learning Object Metadata (LOM)

O LOM é uma norma para metadados de objectos educativos e tem como objectivo facilitar a descoberta, avaliação e utilização dos objectos, por alunos, professores ou por um processo automatizado de uma plataforma. De referir ainda que a norma LOM pretende também facilitar a partilha e o intercâmbio de objectos de aprendizagem, através da formação de catálogos, que se traduzem em repositórios de objectos educativos.

A norma LOM agrupa os metadados em nove categorias: geral; ciclo de vida; metadados; técnico; educacional; direitos; relação; anotação; e classificação. Define ainda que todos os descritores estão organizados numa estrutura do tipo árvore, debaixo das nove categorias, o que permite organizar a informação de forma consistente, agrupando-a dentro da classe relacionada (IEEE-LTSC LOM, 2002). A categoria “educacional” engloba as características pedagógicas do recurso.

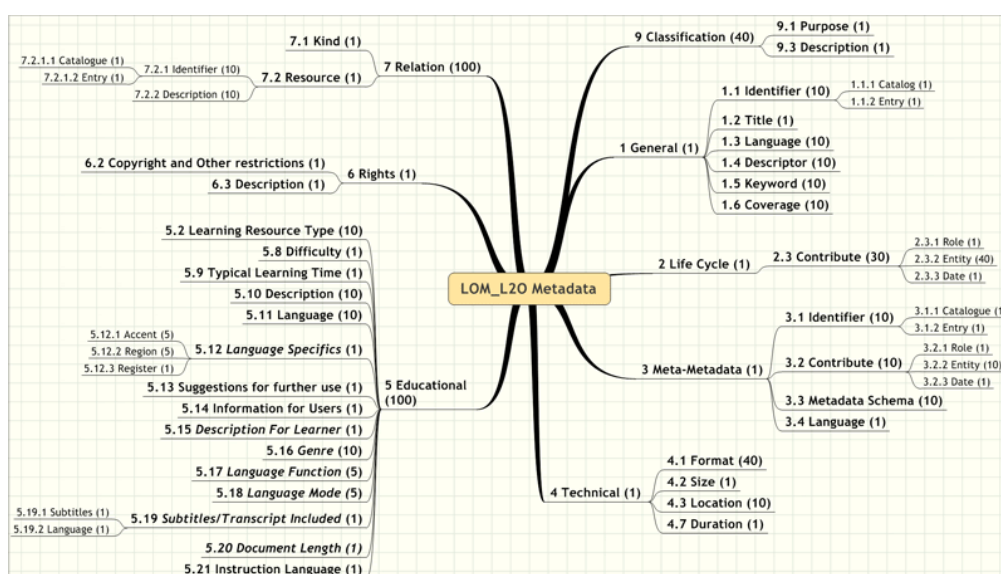


Figura 10 – Estrutura da norma IEEE 1484.12.1 LOM

Para implementar a estrutura de metadados proposta pela norma é definido um formato de dados universal, para a descrição da estrutura, e do conteúdo da informação descritiva, do recurso, utilizando para isso um documento em linguagem XML e em Resource Description Framework (RDF).

Dublin Core (DC)

O *Dublin Core Metadata Initiative* (DCMI), teve início em 1995, com um *workshop* em Dublin, Ohio, que reuniu bibliotecários, investigadores, fornecedores de conteúdos e especialistas em informática, para desenvolver uma norma para a pesquisa de recursos. O Dublin Core original começou com um pequeno conjunto de elementos, e imediatamente criaram um interesse generalizado nos fornecedores de conteúdos na área das artes, educação, negócios e sectores governamentais. O Dublin Core está traduzido em 20 idiomas e foi adoptado pelo CEN/ISSS (European Committee for Standardization / Information Society Standardization System).

A DCMI é uma organização dedicada à promoção da adopção de normas de interoperabilidade de metadados, e no desenvolvimento de vocabulários especializados para a descrição dos recursos, com o intuito de tornar mais inteligentes os sistemas de procura de informação. As principais características do Dublin Core são: a simplicidade na criação e manutenção, permitindo o acesso a utilizadores não-especialista; a semântica para facilitar a interpretação por parte de utilizadores com diferentes formações; e a extensibilidade que permite a adição de elementos para atender às especificidades de diferentes comunidades.

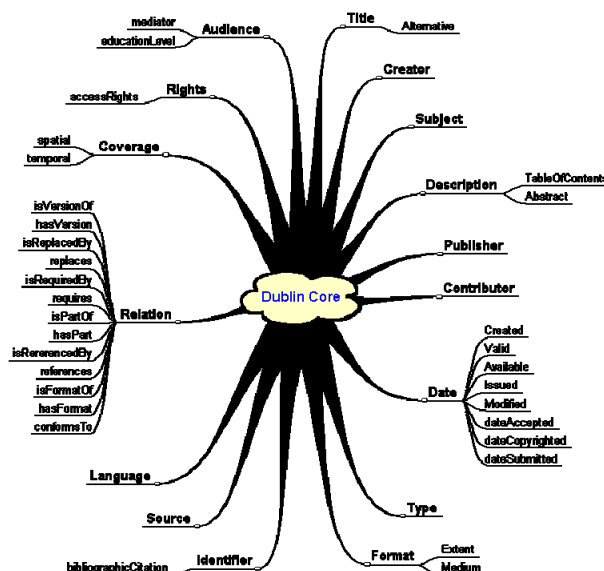


Figura 11 – Estrutura da norma Dublin Core

Numerosas iniciativas de metadados específicos, ligados às áreas de arquivos, bibliotecas, educação e aplicações governamentais, utilizam o Dublin Core como base. O DC não pretende substituir nenhuma outra norma de metadados. Antes, pretende coexistir - muitas vezes na mesma descrição de um recurso - com outras normas de metadados, que oferecem outras

semânticas. Assim, outras normas podem ser mapeadas com o DC para permitir a possibilidade de exportação, ou de cruzamento de pesquisas, entre sistemas diferentes.

A norma DC inclui um perfil de nível simples (DCMI, 2001), que inclui quinze elementos e um qualificador que permite incluir/adicionar três elementos (audiência, proveniência e detentor de direitos). É permitido o uso de um grupo de refinamentos para os elementos (qualificadores) que refinam a semântica dos elementos de forma a serem mais úteis na procura de recursos. O esquema de metadados implementado no DC visa a descrição de objectos digitais (por exemplo, vídeos, imagens e textos) e as suas aplicações utilizam as linguagens em XML e RDF.

Cancore Metadata Initiative (CanCore)

O projecto canadiano consiste num esquema de metadados para recursos de aprendizagem que é financiado pelo sector da indústria e apoiado pelas Universidades de Athabasca e Alberta, entre outros. O objectivo principal passa por facilitar a indexação de recursos educativos *on-line*, ou de objectos educativos, através do auxílio no processo de implementação e de catalogação. Esta norma esclarece a forma em que os dados descritivos (metadados) sobre os recursos educacionais podem ser formulados, para simplificar a pesquisa e o intercâmbio entre os sistemas de informação.

A indexação dos recursos segundo a norma CanCore é baseada na norma IEEE-LOM (CanCore, 2002). No entanto a norma LOM é bastante complexa na sua forma, geral. Por isso, o CanCore criou uma versão simplificada da norma LOM, chamado *subset*, que funciona como um guia de orientações e recomendações, através de significados e de informações. Estas definições sobre os elementos do esquema de metadados LOM tem como objectivo diminuir a ambiguidade de interpretação e facilitar a sua adopção e aplicação por diferentes tipos de comunidades, para o desenvolvimento de sistemas, de alta qualidade.

Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting (OAI-PMH)

A Iniciativa *Open Archives* (Arquivos Abertos), ou OAI, surgiu a partir da convenção de Santa Fé (Novo México), no final de 1999, com o intuito de "desenvolver e promover soluções de interoperabilidade que facilitem uma disseminação eficiente de conteúdos". As normas desenvolvidas são independentes do conteúdo que é disponibilizado, bem como de questões económicas que possam restringir o acesso aos documentos armazenados.

O termo proposto "*Open*" significa "aberto" do ponto de vista da arquitectura, mas não significa acesso gratuito ou ilimitado aos conteúdos dos repositórios que fazem parte da Iniciativa. A base da Iniciativa (OAI, 2001) é o protocolo OAI-PMH, que faz com que os participantes da Iniciativa possam partilhar os seus metadados.

O protocolo OAI-PMH é baseado numa arquitectura cliente-servidor para recolher os resultados dos pedidos efectuados pelo utilizador, sobre os registos do repositório. Os pedidos

de dados podem, ainda, ser baseados numa vasta gama de alternativas, com a possibilidade de definir, ou restringir, o acesso a vários elementos.

	Santa Fe convention	OAI-PMH v.1.0/1.1	OAI-PMH v.2.0
nature	experimental	experimental	stable
verbs	Dienst	OAI-PMH	OAI-PMH
requests	HTTP GET/POST	HTTP GET/POST	HTTP GET/POST
responses	XML	XML	XML
transport	HTTP	HTTP	HTTP
metadata	OAMS	unqualified Dublin Core	unqualified Dublin Core
about	eprints	document like objects	resources
model	metadata harvesting	metadata harvesting	metadata harvesting

Figura 12 – Evolução do protocolo OAI-PMH

Os metadados do protocolo OAI-PMH podem seguir a norma DC no formato de XML. Contudo também permite que os dados sejam caracterizados em outros esquemas de metadados, desenvolvidos no formato XML. O protocolo define ainda os métodos de GET/POST para o acesso aos dados, via HTTP, para deste modo facilitar o desenvolvimento de novas possibilidades de acesso aos pedidos efectuados.

3.4. Repositórios de objectos educativos

Milhares de instituições de ensino, no mundo inteiro, oferecem o acesso aos seus conteúdos pedagógicos. No entanto essas instituições enfrentam o problema crucial de como produzir e entregar conteúdos, com qualidade, para proporcionar experiências enriquecedoras de aprendizagem, em plataformas baseadas em tecnologias Web.

Ao melhorar os sistemas de partilha e de reutilização de recursos educacionais, o custo do desenvolvimento de conteúdos diminui. Então, um primeiro problema a resolver é o de como encontrar os objectos mais úteis para a realização de uma dada tarefa educativa. Para este efeito, os conteúdos são recolhidos em repositórios dedicados, que podem ser acedidos através de simples consultas ou por intermédio de motores de pesquisa.

Um repositório de objectos educativos permite aos seus utilizadores, a possibilidade de pesquisar e recuperar objectos educativos, a partir do repositório. Tipicamente suporta as funcionalidades para as consultas através de pesquisas simples ou avançadas, bem como a navegação pelos conteúdos, e, por escolha, de unidade curricular, ou área científica. Normalmente, a navegação permite que o utilizador final possa descer uma estrutura, em tipo de árvore, de comunidades e de colecções, permitindo, assim, alcançar um dos objectos disponíveis nos diferentes domínios.

Deste modo, pode-se descrever um repositório de objectos educativos como uma colecção centralizada de descrições de metadados sobre objectos educativos, complementada por um

serviço de pesquisa que permite o acesso às descrições armazenadas, para uso de alunos, professores ou qualquer utilizador em geral. Um dos objectivos principais é encorajar a reutilização dos conteúdos armazenados.

Os repositórios de objectos educativos suportam várias funcionalidades básicas, que não são exactamente as mesmas que geralmente estão associadas às bibliotecas digitais. Um repositório de objectos educativos enfatiza a reutilização dos conteúdos, geralmente para a produção de material didáctico. Assim, enquanto os metadados para catálogos de bibliotecas estão relacionados principalmente com os elementos sobre aspectos de autoria e de descrições do conteúdo, os repositórios de objectos educativos incorporam metadados associados à prática do ensino e aprendizagem, idealmente ajudando os autores de cursos a encontrar o conteúdo mais apropriado, para uma situação em particular.

No entanto, esta visão ideal não têm uma correspondência real, pois a maior parte dos metadados utilizados em plataformas, que funcionam como repositórios de objectos educativos, utilizam apenas esquemas de metadados que captam as identificações relacionados com a autoria e descrições genéricas dos conteúdos associados.

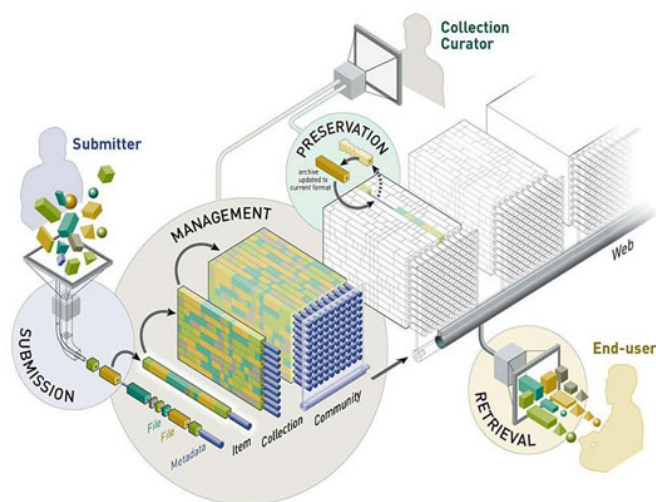


Figura 13 – Sistema de armazenamento de objectos digitais DSpace

O desenvolvimento de um repositório de objectos educativos, deve permitir estabelecer uma plataforma que seja suficientemente robusta, para resistir a impulsos de tráfego. O armazenamento também deve permitir a preservação de ficheiros de tamanho grande e ainda deve disponibilizar os objectos por múltiplos caminhos de entrega, ao utilizador final.

Na fase da concepção, também se deve colocar interrogações sobre o tipo de formato em que são armazenados os metadados dos objectos educativos, e se este é guardado no servidor ou distribuído, pela internet. A possibilidade de interligar diferentes sistemas é muito valiosa, assim como a propagação de pedidos de pesquisa para outros repositórios. Hoje, a possibilidade de estabelecer ligações entre repositórios de diferentes instituições para permitir reunir todos os objectos educativos e metadados, em conjunto, como se tratasse de um único

repositório, parece estabelecer-se como uma questão impossível de sair de cena, na fase de concepção do modelo de implementação de um repositório numa instituição de ensino.

Nesta secção são então resumidos os critérios utilizados na análise comparativa efectuada pelo projecto TREE. Os objectivos desses critérios não foram estabelecidos para seleccionar os “melhores” repositórios de objectos educativos, mas sim analisar qual das opções se enquadrava melhor no contexto da instituição e do seu desenvolvimento.

Os requisitos de funcionamento e dos seus utilizadores e a sua finalidade tornam-se fundamentais para o processo de escolha. Além disso, existem ainda uma série de critérios que se aplicam aos objectos educativos envolvidos, como a área científica que abrangem, os esquemas de metadados que pretende-se fidelizar, e a previsão de o número de objectos que serão disponibilizados. Todos estes factores são primordiais na análise das ferramentas disponíveis.

3.4.1. Repositórios de referência

Os repositórios considerados nesta secção, serviram de modelos de referência para a concepção do repositório de objectos educativos do projecto TREE. Os exemplos aqui apresentados serviram para a análise das suas funcionalidades disponibilizadas, a arquitectura implementada, as normas adoptadas e a política de gestão de segurança do repositório e dos seus objectos educativos.

Todos os repositórios aqui mencionados estão implementados e disponíveis *on-line* há vários anos e todos eles apresentam abordagens bastante diferentes.

MERLOT

Desenvolvido em 1997 pela California State University, é provavelmente um dos mais conhecidos e mais antigo repositório de objectos educativos. Contém uma colecção com mais de 20 000 registos, a partir de uma vasta colecção de disciplinas. A adesão ao repositório é gratuita e os seus membros podem contribuir e avaliar os objectos educativos.

O MERLOT baseia-se num repositório centralizado, contendo apenas os metadados que apontam para objectos situados em locais remotos (MERLOT, 2000). É *stand-alone*, agindo como um portal Web para objectos educativos.

O repositório além de fornecer ferramentas de pesquisa e de categorização dos objectos educativos disponibiliza também uma revisão pelos pares, sobre os objectos educativos. Para isso apresenta um corpo editorial para cada categoria, e uma divisão do repositório em várias categorias/comunidades. O resultado do processo de avaliação de cada objecto educativo resulta numa classificação de um até cinco e tem a possibilidade de adicionar comentários. As avaliações são utilizadas posteriormente na apresentação dos resultados. A descoberta de

objectos pela lista preferencial do repositório fornece aos utilizadores uma rápida ideia da qualidade e da utilidade de cada objecto de aprendizagem. Os objectos educativos que obtêm uma revisão menor do que três graus não são exibidos no repositório.



Revisão pelos pares	A revisão pelos pares envolve avaliações, descrições, nível e tipo de qualidade. Os utilizadores também participam na avaliação.
Segurança dos direitos de autor	O registo do recurso contém como campo de limitação o uso da cópia.
Segurança no acesso ao repositório	O registo é obrigatório para a submissão de recursos.
Características das tecnologias	RDBMS com exportação para XML.
Interoperabilidade das tecnologias	Informação não divulgada.
Processo de criação de metadados	Os metadados são produzidos pela sua comunidade.
Metadados com vocabulário controlado	O vocabulário controlado por tipo de recurso, assunto e formatos técnicos.

Tabela 1 – Logótipo e especificações do repositório MERLOT

O utilizador, ao contribuir com material para o repositório, tem de preencher um formulário simples para a descrição do objecto educativo. Os metadados criados no repositório MERLOT são conformes às normas do IMS e do IEEE-LOM.

Edna

Trata-se de uma organização sem fins lucrativos, criada em 1994, pelo ministério da educação australiano e é apoiada pelo *education.au*. Os seus utilizadores tem o acesso a cerca de 30.000 objectos educativos, com elevado interesse para professores e alunos de todos os níveis académicos. Edna (Education Network Australia) é considerado como um modelo colaborativo de redes nacionais para a educação e aprendizagem da comunidade australiana (Edna, 2001).

O repositório Edna fornece o acesso gratuito a uma vasta colecção de materiais, notícias, redes, agenda de eventos e ferramentas de comunicação *on-line*, apoiando o ensino e a aprendizagem, assim como as inovações nas TIC, através da disponibilização das mais recentes ferramentas e tecnologias (por exemplo, *feeds RSS*, *wikis*, *blogs*, *podcasts*).



Revisão pelos pares	Informação não divulgada.
Segurança dos direitos de autor	A cópia dos recursos do repositório é ilegal.
Segurança no acesso ao repositório	Não exige login.
Características das tecnologias	Informação não divulgada.
Interoperabilidade das tecnologias	Está avançar no sentido da implementação de um repositório distribuído que obedece à norma Edna metadados versão 1.1.
Processo de criação de metadados	Os metadados são produzidos pelo utilizador e pelo corpo editorial.
Metadados com vocabulário controlado	Os recursos são classificados com vocabulário controlado de forma estabelecida na estrutura organizacional do ensino australiano.

Tabela 2 – Logótipo e especificações do repositório Edna

O modelo do repositório Edna está baseado no sistema de software aberto do repositório digital DSpace e suporta formatos de metadados DC, Australian Government Locator Service (AGLS) e EDNA.

CLOE

Foi fundado na universidade de Waterloo, Canada. O projecto CLOE consiste, actualmente, num projecto colaborativo entre 25 universidades e escolas canadianas que tenta promover um modelo colaborativo para o desenvolvimento, uso e reutilização de objectos de aprendizagem.

O acesso ao repositório de objectos educativos, CLOE, é actualmente restrita a instituições parceiras, mas a sua intenção é tornar-se em breve acessível a uma comunidade de nível internacional. Como tal, o projecto CLOE é um apoiante activo da iniciativa Global Learning Objects Brokered Exchange (GLOBE).

O seu fundamento assenta na criação de uma economia de mercado virtual dos objectos de aprendizagem, onde são concedidos créditos virtuais para os objectos que são usados e reutilizados mais vezes (CLOE, 2005). Esta economia de materiais didácticos pretende incentivar os utilizadores para a criação de materiais. O acesso a outros materiais pedagógicos é visto como um incentivo para os utilizadores submeterem os seus materiais à colecção.



Revisão pelos pares	Informação não divulgada.
Segurança dos direitos de autor	Informação não divulgada.
Segurança no acesso ao repositório	É necessário efectuar login para a visualização dos recursos.
Características das tecnologias	Zope.
Interoperabilidade das tecnologias	Informação não divulgada.
Processo de criação de metadados	Os metadados são produzidos pelos utilizadores.
Metadados com vocabulário controlado	Vocabulário controlado na classificação por assunto.

Tabela 3 – Logótipo e especificações do repositório CLOE

A sociedade no repositório CLOE é fechada, exigindo um registo ao utilizador para o uso dos seus serviços. O CLOE mantém uma estreita relação com várias organizações quer a nível nacional quer internacional, e recentemente tornou-se numa sub-comunidade do consórcio MERLOT.

ARIADNE - European Knowledge Pool System (KPS)

Desenvolvido para entregar conteúdos educacionais na Europa, o Knowledge Pool System (KPS) facilita a partilha e a reutilização de recursos educacionais. Na sua colecção existem

materiais de uma grande variedade de níveis de interactividade, em vários idiomas europeus, principalmente Inglês, Francês, Italiano, Espanhol, Alemão e Português.

A missão do projecto da União Europeia ARIADNE é aumentar a qualidade no ensino e aprendizagem, através do desenvolvimento de objectos educativos, ferramentas e de metodologias que permitam a partilha e a reutilização (ARIADNE, 2004). O KPS é um repositório distribuído de objectos educativos e de metadados associados. A fundação ARIADNE é membro do Global Learning Objects Brokered Exchange (GLOBE).

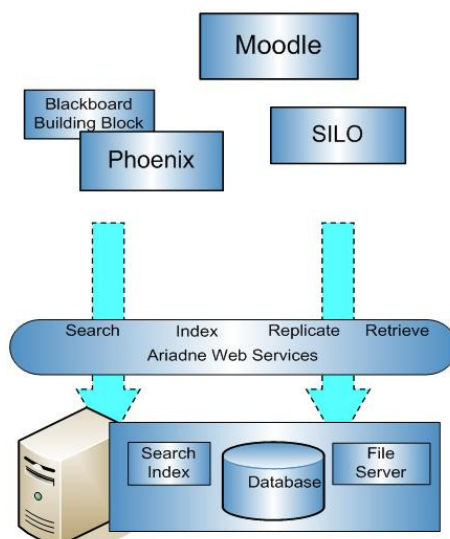


Figura 14 – Arquitectura do repositório ARIADNE-KPS

Como se pode ver na figura acima, o repositório ARIADNE-KPS apresenta uma arquitectura dividida em três camadas. No fundo o repositório permite pesquisar, publicar e recuperar os objectos educativos. Na camada do meio disponibiliza a API que está vinculada a Web services, permitindo deste modo manipular as funcionalidades acopladas à camada inferior. A camada superior permite a ligação de *plugins*, tais como: *Moodle plugin* ou *ALoCoM Office plugin*, tornando o conhecimento acessível e transparente para a utilização por outras aplicações interligadas ao KPS.



Revisão pelos pares	Informação não divulgada.
Segurança dos direitos de autor	Não é permitida a exploração comercial dos recursos sem o prévio consentimento do titular dos direitos de autor.
Segurança no acesso ao repositório	Para visualizar os metadados não é necessário efectuar o login mas para visualizar os recursos é necessário.
Características das tecnologias	Base dados em Oracle, para os metadados.
Interoperabilidade das tecnologias	Está planeada.
Processo de criação de metadados	Os metadados são produzidos pelos funcionários onde são revistos e validados. Os que ainda não foram validados são marcados.
Metadados com vocabulário controlado	Controlados por tipo de documento, contexto, entre outros atributos. É hierarquizado em esquema para classificar por assunto.

Tabela 4 – Logótipo e especificações do repositório ARIADNE-KPS

Na Tabela seguinte está representado uma comparação do tipo de licença, das normas adoptadas e da disponibilização de outros recursos, dos repositórios de objectos educativos considerados nesta secção.

	NORMAS													
REPOSITÓRIO	ECL	IEEE LOM	Dublin Core	Can Core	OAI	Z39.50	SOAP	XML	RDF	WSDL	UDDI	Xquery	OUTRAS	LICENÇA (Subscrição)
MERLOT		X					X	X		X			IMS, RSS	Anual
EDNA	X	X	X		X	X	X	X	X				IMS Content Packaging	
CLOE		X	X	X		X	X	X	X				IMS Content Packaging, SCORM Content Packaging	Anual
ARIADNE		X		X			X	X	X	X			RSS, SQL	Anual

Tabela 5 – Normas adoptadas pelos repositórios referência

3.4.2. Repositórios de software aberto

Todos os repositórios de objectos educativos considerados como candidatos à adopção para a criação do repositório TREE são baseados em software livre. O tipo de licença foi o primeiro requisito do projecto. A análise dos softwares candidatos para a concepção e implementação do repositório incidiu nas funcionalidades disponibilizadas, tecnologia de implementação, expansibilidade, personalização, idioma e normas suportadas. Para isso considerámos as três opções mais relevantes do mercado: DSpace; EPrints; e o Fedora.

DSPACE

É um repositório digital desenvolvido pelas bibliotecas do MIT que tem como objectivos recolher, preservar, gerir, disseminar e redistribuir o produto intelectual dos seus investigadores (DSpace, 2004). O repositório DSpace resulta de um esforço conjunto de investigação e desenvolvimento do MIT e da Hewlett-Packard e é completamente personalizável para atender às necessidades dos utilizadores. Actualmente está disponível em mais de vinte línguas.

Para a procura e recuperação de conteúdos, o processo de submissão permite a descrição de objectos através de uma versão qualificada do vocabulário de metadados DC. No repositório, DSpace, o uso de elementos DC e dos seus qualificadores é opcional, com excepção do título, idioma e a data do depósito. Além disto, os elementos podem ser repetidos quando necessário, ou alterados, permitindo deste modo ao utilizador personalizar o repositório o mais possível de acordo com as necessidades da sua aplicação perante a instituição.

O software DSPACE também permite o controlo sobre a decisão de quais os campos pretendidos na exibição da navegação (por exemplo, autor, título, data), e ainda sobre a selecção de quais os elementos, são utilizados no interface de pesquisa.

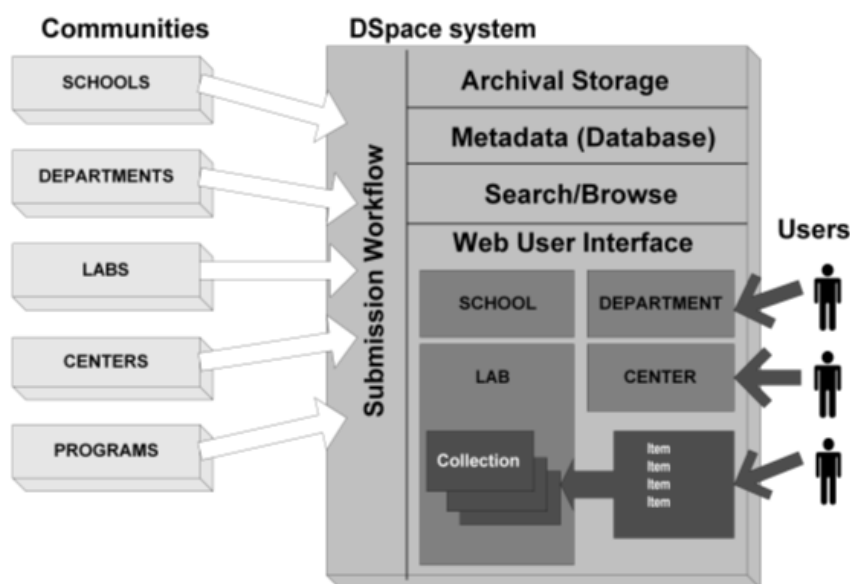


Figura 15 – Modelo de informação do DSpace

O DSpace suporta qualquer *non-hierarchical-flat-name-space*; no entanto, é possível inserir outras estruturas de esquemas de metadados (MARC e MODS), através da utilização de ferramentas que servem de “crosswalk” e de alguma capacidade técnica para mapear a transferência de dados. Actualmente existem pesquisas no sentido do desenvolvimento de componentes que permitam a criação de vários tipos de esquemas de metadados utilizando para isso o Resource Description Framework (RDF).

Para a concretização do objectivo da interoperabilidade com outros sistemas, o DSpace implementa o protocolo OAI-PMH, que permite disponibilizar a informação e os metadados de cada um dos recursos. Assim, os metadados ficam disponíveis para serem recolhidos por serviços especializados em indexação de recursos científicos, e passam a constituir bases de dados nesses tipos de serviços.

Dessa forma, e como está retratado na figura seguinte, o DSpace, divide a sua arquitectura em três camadas. A primeira é a camada das aplicações com a disponibilização de interfaces, sob a forma de resultados finais aos pedidos efectuados, pelo utilizador. A camada do meio, representa o modelo lógico do negócio, onde estão presentes todos os mecanismos e processos, que permitem aceder aos conteúdos e transformá-los de acordo com os resultados pretendidos pelo utilizador. Por fim, surge a camada final, que serve para armazenar e preservar os conteúdos e os seus dados relevantes.

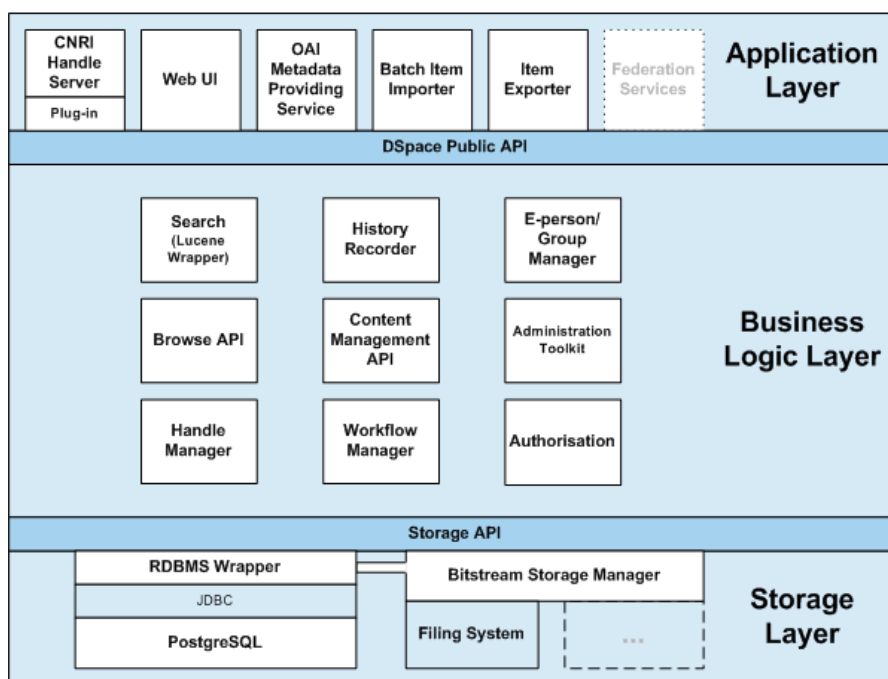


Figura 16 – Arquitectura do repositório DSpace

Na instalação base do software DSpace, não são apresentadas características de um repositório de objectos educativos. As normas implementadas e as funcionalidades disponibilizadas tornam o DSpace mais semelhante a uma biblioteca digital do que a um repositório de objectos educativos, principalmente porque desde logo adopta metadados DC, em vez de usar descrições pedagógicas.

	Sistema operativo	Windows (NT/2000/XP), Linux/BSD/UNIX, OS X
	Linguagem de programação	Java, JSP e disponibiliza Java APIs
	Ambiente de base de dados	Oracle, PostgreSQL
	Licença	BSD License

Tabela 6 – Logótipo e requisitos tecnológicos e tipo de licença do software DSPACE

O DSpace é disponibilizado livremente às instituições de investigação, sob a forma de um produto de código aberto, que pode ser livremente adaptado e expandido funcionalmente, nos termos da licença BSD.

EPRINTS

Desenvolvido pela universidade de Southampton (EPRINTS, 2000), e inicialmente destinado à divulgação e publicação da produção científica de determinadas áreas de conhecimentos, tem-se mostrado apropriado também para a construção de repositórios institucionais. É uma ferramenta aberta, relativamente fácil de instalar, apesar de requerer alguns conhecimentos técnicos, e é configurável para atender às necessidades de qualquer instituição de ensino e de pesquisa.

Os repositórios baseados no software EPrints permitem o depósito de pré-prints (trabalhos ainda não publicados), pós-prints (já publicados), e outros tipos de publicações, comentários e o acesso a várias versões do recurso, que foram produzidas ao longo dos tempos. Além disso, o armazenamento permite guardar conteúdos em vários formatos, e um conteúdo pode ser disponibilizado em diferentes formatos.

O processo de armazenamento realiza-se através de um interface bastante simples e permite a utilização de formatos de informação bibliográfica. Além disso o software EPrints também implementa *feeds* RSS em todo o repositório, o que é bastante importante pois permite ao utilizador perceber quando as colecções são actualizadas com novos documentos.

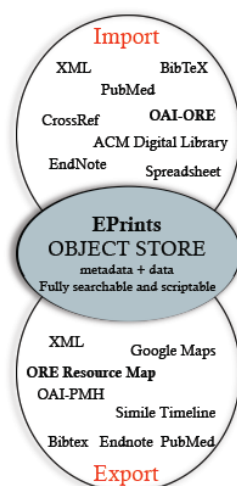


Figura 17 – Modelo de funcionamento do software EPrints

O repositório EPrints permite que os resultados de cada procura possam ser exportados em vários formatos de metadados, como por exemplo METS e DC, ou noutros formatos que assegurem a interoperabilidade entre bibliotecas digitais. O software possibilita ainda a utilização de gestores bibliográficos aceitando referências bibliográficas em formatos BibTeX e EndNote e também disponibiliza ligações a serviços como Google Earth.

O repositório cria arquivos compatíveis com o protocolo OAI-PMH e os seus metadados podem ser configurados para diferentes tipos de arquivos e de documentos, possibilitando assim adaptar o EPrints a vários contextos de utilização.

	Sistema operativo	Unix, Linux, Solaris ou MacOS X
	Linguagem de programação	Perl
	Ambiente de base de dados	MySQL
	Licença	BSD License

Tabela 7 – Logótipo e requisitos tecnológicos e tipo de licença do software EPRINTS

O software EPrints é desenvolvido sobre a licença GNU/Linux tendo o seu código fonte acessível e disponível para modificações, com a condição de as modificações se tornarem também disponíveis publicamente.

Flexible Extensible Digital Object Repository Architecture (FEDORA)

O projecto Fedora Commons foi desenvolvido pelas universidades da Virginia e Cornell. As tecnologias disponibilizadas pelo repositório têm como objectivo o armazenamento, garantindo a longevidade e integridade, de qualquer tipo de conteúdo digital (FEDORA, 1997). O software recorre à utilização de conceitos de Web semântica para contextualizar e inter-relacionar os conteúdos digitais a partir de múltiplas fontes. Os repositórios Fedora Commons fornecem tecnologias sustentáveis para criar, gerir, publicar, partilhar e preservar conteúdos digitais com base intelectual, organizacional, científica ou cultural.

O repositório fornece um acesso uniforme a um interface Web para os objectos digitais, através de pedidos REST, e apresenta um interface de gestão robusto, baseado em SOAP. Todas as operações internas do repositório, desde a criação à gestão de um objecto, estão disponíveis através da API, fornecendo assim a possibilidade de integrar o Fedora numa variedade de ambientes. O acompanhamento da evolução de um objecto é realizado através de uma *Framework* abrangente, que disponibiliza o acesso às versões anteriores, assim como às relações base que representam as ligações entre os objectos digitais.

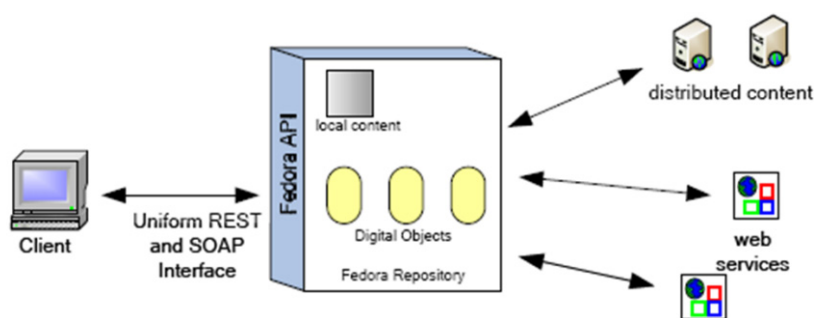


Figura 18 – Repositório Fedora como mediador de serviços e conteúdos

A figura seguinte mostra, em termos gerais, a estrutura de todo o repositório. Os utilizadores interagem com o conteúdo do repositório por meio de aplicações cliente, *browser* Web, programas *batch* ou aplicações de servidor. Estas aplicações acedem ao repositório por meio de quatro APIs que são expostas pelo Fedora: gestão, acesso, procura, que são expostas por via HTTP ou SOAP, e a API do fornecedor OAI, que é exposta via HTTP.

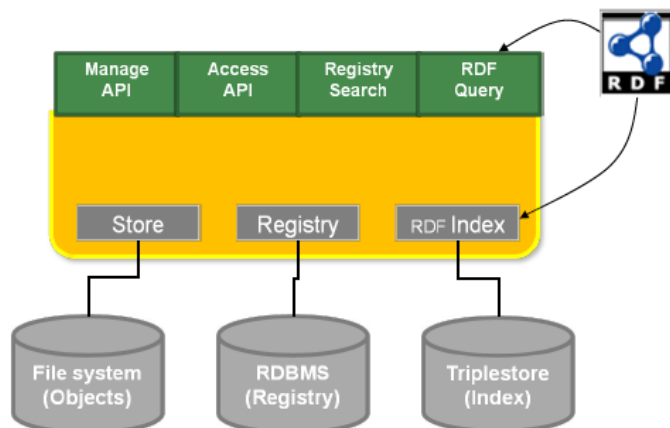


Figura 19 – Arquitectura do sistema Fedora (simplificado)

O Fedora suporta ainda a associação de *Web services* aos objectos digitais. Os seus serviços tipicamente consomem os dados embalados dentro do objecto digital, para produzir uma difusão dinâmica a partir do objecto digital. A importação e exportação de objectos digitais são suportadas por uma variedade de formatos em XML, permitindo assim o intercâmbio entre Fedora e outras aplicações baseadas em XML, facilitando assim as tarefas de arquivamento.

O repositório Fedora é compatível com a *Framework* de interoperabilidade definida pela OAI-PMH que explora a gestão extensível dos metadados e apoia a recolha de qualquer forma de metadados, fornecidos pelos objectos digitais.

	Sistema operativo	Windows 2000, NT, XP, Solaris, Linux
	Linguagem de programação	Java
	Ambiente de base de dados	MySQL e outras bases de dados
	Licença	ECL

Tabela 8 – Logótipo e requisitos tecnológicos e tipo de licença do software FEDORA

O repositório Fedora é baseado em software aberto e distribuído sobre a licença Educational Community License 1.0 (ECL).

3.4.3. Escolha do software

Para o repositório TREE as questões relacionadas com a expansibilidade de funcionalidades, da interoperabilidade com outras plataformas ou do desenvolvimento de funcionalidades complacentes com normas do âmbito educacional foram considerados factores primordiais para a concepção e desenvolvimento do repositório.

Considerando este contexto, a escolha da ferramenta para o desenvolvimento do repositório recaiu sobre a utilização do Fedora. Este tipo de software apresentava grandes perspectivas para a expansibilidade de funcionalidades uma vez que fornece vários tipos de acesso à sua API, como por exemplo através de *Web services*.

Outro factor muito relevante para a adopção do Fedora caracterizava-se pelas possibilidades oferecidas para a construção de um perfil de metadados diferente dos disponibilizados pela sua versão base. Assim as possibilidades de desenvolver um perfil baseado numa norma educacional tornam-se reais para o repositório TREE.

4. Especificação do repositório TREE

Com a construção de um repositório de objectos educativos, como base do projecto TREE, pretende-se dar um contributo para o aumento da implementação de políticas e práticas de utilização de objectos educativos, em instituições de ensino superior, como um meio activo de ensino e aprendizagem. O funcionamento do repositório TREE foi projectado para a disponibilização de um acesso ao conhecimento das áreas científicas de Engenharia, para ser aplicação no Instituto Superior de Engenharia do Porto, procurando deste modo, ser um serviço que pretenda acrescentar valor à divulgação da propriedade intelectual da sua comunidade.

O modelo proposto para o sistema do repositório procedeu do levantamento de funcionalidades básicas dos intervenientes (instituição, comunidade científica, audiência). E a abordagem seguida aponta para um ambiente que sirva para a divulgação e preservação da propriedade intelectual das instituições de ensino superior pelos membros da sua comunidade. Para a concepção do modelo proposto, foi realizada uma análise na área de repositórios de objecto educativos implementados por outras instituições, assim como de softwares abertos que permitem a construção de repositórios, e que descrevemos no capítulo anterior.

Nesta pesquisa, além de uma análise das tecnologias de suporte à concepção desses sistemas e ao modo como estas poderão melhorar o desempenho dos repositórios, procurou-se ainda clarificar algumas directrizes sobre as políticas de protecção e acesso do conhecimento das suas comunidades, assim como, a adopção de normas de maneira que auxiliassem o planeamento do repositório de objectos educativos TREE.

Ao longo do capítulo iremos descrever as metodologias de investigação e as principais funcionalidades requeridas para o funcionamento de um repositório de objectos educativos, de forma a fornecer o suporte necessário ao ensino e aprendizagem, de uma forma colaborativa e distribuída, no domínio de uma instituição de ensino superior.

4.1. Metodologia de Investigação

Dada a fraca implementação de objectos educativos nos recursos disponibilizados pelas instituições de ensino superior surgiu a necessidade da pesquisa. A reutilização de objectos educativos aparece como o modo de facilitar/melhorar o ensino e aprendizagem distribuída, facilitando a utilização de material didáctico.

O resultado da pesquisa vai tomar a forma de um repositório de objectos educativos para conteúdos da área de engenharia e pretende contribuir para o aumento da utilização de OE nas instituições de ensino em Portugal.

O repositório TREE ambiciona disponibilizar ferramentas que possam contribuir para a inovação e flexibilidade do ensino em Portugal. Os conteúdos e conhecimentos disponibilizados pela plataforma devem contribuir para uma experiência de aprendizagem enriquecedora.

A realização da pesquisa baseia-se no estudo de caso e desenvolveu-se em três fases distintas, que convergem para o objectivo único da investigação: a concepção do repositório TREE; a implementação da plataforma; e a avaliação do protótipo. A primeira fase engloba as tarefas de planeamento geral da pesquisa, a análise de requisitos do repositório e o projecto das ferramentas necessárias à pesquisa.

O Planeamento corresponde a uma identificação geral das necessidades, identificação e selecção de alternativas, definição do plano de trabalho e dos objectivos a serem alcançados, e a previsão de riscos. A grande preocupação desta tarefa é que, a partir de um levantamento de alto nível das necessidades, seja possível elaborar um plano do projecto a executar nas fases subsequentes, com identificação de actividades, recursos, prazos e custos.

A Análise de Requisitos efectua o estudo detalhado do domínio do problema e culmina na elaboração de um documento, onde os requisitos funcionais da solução a implementar são enumerados. Para isso consideramos que um requisito é uma funcionalidade que o sistema deverá possuir. Assim, esta fase serve para identificar adequadamente os requisitos de modo a obter a percepção detalhada daquilo que o sistema deve fazer.

O Projecto procede à especificação formal das características que a implementação do sistema deverá apresentar, assim como a realização de determinadas optimizações consoante as características da infra-estrutura tecnológica de suporte.

A segunda fase da pesquisa incide em três tarefas inter-ligadas e que correspondem ao desenvolvimento, testes e integração de todos os componentes necessários à construção do repositório TREE.

O Desenvolvimento inclui todas as actividades de implementação do sistema propriamente dito, ou seja, que estão relacionadas com a concretização do modelo de projecto produzido na tarefa anterior. Os diversos componentes aplicativos são codificados e testados de forma isolada garantindo assim a correcção interna (testes unitários).

Os Testes e Integração têm como objectivo avaliar o funcionamento adequado de todos os componentes do sistema. A verificação consiste na confirmação de que a implementação do sistema está conforme a especificação técnica produzida na fase do desenho.

A última fase resulta numa avaliação do protótipo que permitirá analisar se os objectivos propostos no planeamento da pesquisa foram alcançados e determinar as principais causas dos desvios, tanto positivos quanto os negativos. Nesta fase será feita uma tentativa de quantificar resultados sobre o impacto que o repositório e os OE provocaram na instituição de

ensino. O culminar do projecto acontecerá com a determinação de orientações que permitam a evolução/estabilização da solução proposta.

Em alguns casos também se pode considerar uma série de entrevistas interactivas com os elementos mais próximos do desenvolvimento do repositório TREE, com a pretensão de ajudar a articular os principais elementos envolvidos nos seus processos de funcionamento do repositório, nomeadamente, para identificar as áreas onde mais apoio era necessário. Essas discussões e a análise detalhada informam a análise de requisitos iniciais para o conjunto de ferramentas.

4.2. Objectivos da aplicação

A plataforma TREE procura assumir-se como uma ferramenta complementar para a divulgação e preservação de conhecimento científico, nas áreas de Engenharia, ao dispor da instituição de ensino superior, ISEP. De facto, se as instituições valorizarem verdadeiramente os conhecimentos criados pela sua comunidade científica, devem então assumir algumas responsabilidades na sua preservação a longo prazo.

Para isso as instituições necessitam de desenvolver uma aplicação que englobe módulos que permitam o armazenamento, organização, divulgação e preservação a longo prazo dos conteúdos, para se tornar numa forma de fornecer conhecimento aos seus alunos. Hoje, através da implementação de repositórios, é possível a integração desses vários módulos numa única plataforma que poderá servir de gestor de todos os conteúdos da instituição.

Como o repositório é orientado para o armazenamento de objectos educativos, assume desse modo a sua pretensão de contribuir para o aumento da utilização de objectos educativos, nas instituições de ensino superior. O trabalho proposto nesta dissertação implica a criação de um repositório de objectos educativos, que sirva para a preservação e divulgação do conhecimento, produzido pela comunidade da instituição ISEP. Um repositório para o armazenamento de objectos educativos pressupõe implicitamente que o sistema terá de funcionar segundo as normas existentes, no âmbito educacional, para contribuir quer para a utilização, quer reutilização desses mesmos objectos, no meio comunicacional do ensino e aprendizagem da instituição. Desta forma, a concepção do repositório pretende inovar os processos de ensino e aprendizagem possibilitando a aprendizagem pela descoberta e a recriação de conhecimentos, apresentando sempre uma visão integradora na sua concepção e propiciando a interoperabilidade dos conteúdos.

Neste contexto, as actividades a desenvolver deverão estar de acordo com o alargamento das estratégias do ensino e aprendizagem e do aprofundamento dos conteúdos das diversas áreas científicas, que constituem o currículo de uma instituição de ensino superior, das áreas de Engenharia.

4.3. Identificação de requisitos

Com os objectivos do repositório TREE definidos é necessário identificar os requisitos dos seus intervenientes, de forma a dar-lhes uma correspondência em termos de funcionalidades e ergonomia didáctica. De referir ainda, que nesta secção para além de consideramos os utilizadores do repositório (comunidade de autoria, alunos e instituição) também identificamos os requisitos técnicos da plataforma.

Um facto incontornável é que uma plataforma institucional reflectirá sempre a competência e o profissionalismo das suas unidades orgânicas, assim como a própria instituição como um todo. Deste modo, para o repositório a imagem institucional será sempre um requisito.

Assim, descrevemos a forma como esta aplicação integrará as principais funcionalidades num sistema que serve de repositório de objectos educativos, perspectivando ser o suporte necessário ao ensino e aprendizagem colaborativa no âmbito dos objectivos que o projecto Tree ambiciona alcançar.

4.3.1. Requisitos técnicos do repositório

O principal requisito considerado foi o uso de software aberto, o que permite reduzir os custos de desenvolvimento do projecto global, além de possibilitar os benefícios de ter um acesso disponível, através das suas amplas comunidades de desenvolvimento e partilha de conhecimentos. Assim o software livre, nas instituições de ensino superior, é considerado como uma alternativa viável para promover a implementação de normas abertas e é aconselhada a sua utilização, de forma a reduzir a dependência económica.

O repositório TREE deverá ser construído com tecnologias suficientemente robustas e eficientes para a divulgação e preservação de conteúdos a longo prazo e para isso deve possuir um sistema de base de dados relacional que será responsável por gerar todo o tipo de conteúdo dinâmico da plataforma. Deste modo a plataforma deve:

- Permitir o registo dos utilizadores, bem como a criação de diferentes perfis de utilização, isto é, diferentes responsabilidades/funções na utilização dos conteúdos;
- Suportar um motor de pesquisa interno que permita localizar recursos dentro da plataforma, através da introdução de diferentes parâmetros de pesquisa;
- Preservar de forma consistente todos os recursos a longo prazo;
- Recolher e armazenar todo o tipo de dados submetidos pelos utilizadores da plataforma;
- Permitir a adopção de normas do âmbito educacional para o armazenamento dos conteúdos;
- Possibilitar a partilha de objectos, com outras plataformas, através da criação de novos serviços;

- Possibilitar restrições a diferentes tipos de utilizadores, ou grupos, no acesso aos objectos armazenados;
- Dispor de uma arquitectura aberta, de modo a permitir a sua expansibilidade em termos de ferramentas e de funcionalidades.

O acesso ao repositório TREE e aos seus conteúdos será feito através de um *browser* Web e a sua utilização não implicará conhecimentos de informática ou outro tipo de conhecimento especializado. Todos os conteúdos da plataforma estarão disponíveis, em qualquer lugar, desde que haja acesso à Internet e com total integração com os *browsers* Web normalizados.

4.3.2. Administração do repositório

O repositório TREE deve permitir a criação de um perfil de utilizador para a gestão do sistema. Este utilizador será o administrador do funcionamento do repositório e terá a responsabilidade de manter a integridade do sistema. Por vezes, também pode ser necessário esse mesmo utilizador acumular a função de regulador do material submetido pelos utilizadores, reservando-lhe o direito de revisão e aprovação dos conteúdos. Para esse caso, pode ser necessário efectuar uma distinção dentro das funcionalidades de administração do repositório.

Assim as funcionalidades de gestão do repositório devem ser possíveis de aceder através de uma área reservada que permitirá o acesso a ferramentas de apoio à gestão e manutenção da plataforma e dos seus serviços. Para além disso, o sistema deverá disponibilizar aos seus utilizadores processos transparentes e de gestão rápida. De forma sumária a área de administração deve ainda possibilitar:

- A gestão de níveis de permissão sobre o acesso ao conteúdo, ou outro tipo de privilégios, com o objectivo de definir diferentes tipos de utilizadores (alunos, comunidade de autoria, revisão de conteúdos, ou grupos específicos de utilizadores). O administrador poderá especificar que só os alunos identificados como sendo utilizadores registados tenham acesso às funcionalidades de visualização dos conteúdos;
- A gestão dos serviços e funcionalidades do repositório como por exemplo o armazenamento, a visualização de conteúdos ou o processo de pesquisa;
- A gestão de comunidades, colecções e conteúdos armazenados no repositório;
- A criação de relatórios estatísticos da utilização do repositório e da visualização de conteúdos;
- A implementação de políticas e práticas que preservem as regras sobre os direitos de autor dos conteúdos;
- A segurança dos dados permitindo a utilização de ferramentas que possibilitem efectuar cópias de segurança (*backups*). Estas ferramentas devem ainda evitar a perda e violação dos dados do sistema.

4.3.3. Funcionalidades para os alunos

O aluno pode ter acesso aos conteúdos do repositório TREE, a qualquer hora e em qualquer lugar, mediante de o acesso a uma ligação à Internet. Para este tipo de utilizadores deverá ser reservada a opção de condicionar o acesso aos conteúdos, dependendo do tipo de registo do utilizador, ou se pertence a um grupo de utilização específico do repositório TREE.

Como já foi dito várias vezes, a plataforma deverá constituir-se num incentivo prático e uma experiência enriquecedora, para a participação do aluno, no processo de aprendizagem da instituição, disponibilizando para isso funcionalidades que lhe possibilitem:

- Dispor de conhecimentos aliciantes que tornem a interacção com o repositório rica e estimulante;
- Permitir o acesso a conteúdos no processo educacional do aluno para as suas áreas de interesse;
- Procura simples ou avançada dos conteúdos armazenados no repositório através do preenchimento de vários tipos de elementos pertencentes às descrições informativas do material educacional;
- Acesso a vários tipos de conteúdos de relevância educacional no processo de aprendizagem;
- Oferecer um local de exposição global dos trabalhos meritórios de alunos que possam enriquecer o ensino e aprendizagem da instituição.

4.3.4. Funcionalidades para a comunidade de autoria

No repositório o professor deverá assumir o papel desempenhado pela comunidade de autoria. Deste modo, o professor poderá desempenhar o papel de autor e de gestor dos conteúdos, através de processos transparentes e de fácil execução. Assim este utilizador deverá ter um acesso a ferramentas de organização de conteúdos assim como, poderá armazenar os seus conteúdos utilizando diferentes tipos de ficheiros, como texto, fotografia, animações, vídeo, áudio ou qualquer material digitalizado.

De um modo geral o repositório deverá constituir-se como uma ferramenta de apoio ao professor. Para isso os seus serviços devem transmitir um grau elevado de segurança e disponibilizar funcionalidades que lhe possibilitem:

- Rápida actualização e reestruturação de conteúdos através de ferramentas para importação de materiais, catalogação, armazenamento segundo uma hierarquia ou a revisão de materiais;
- Possibilidade de reutilizar conteúdos existentes, produzidos pela comunidade de autoria, reduzindo os tempos de produção e a duplicação de conteúdos na instituição;
- Permitir o aumento de visibilidade dos seus trabalhos e da investigação produzida pela instituição, além de aumentar os grupos de público-alvo;

- Preservar a longo prazo os conteúdos e os resultados das suas investigações;
- Criar uma rede colaborativa que impulse a investigação de algumas temáticas da instituição;
- Defesa dos direitos de autor e de propriedade dos conhecimentos produzidos pela comunidade autoral da instituição;
- A automatização e o aumento de consistência de vários processos constituintes das várias plataformas que constituam o universo de ferramentas que apoiam os meios de transmissão do conhecimento da instituição para os seus alunos.

4.3.5. Gestão das actividades

Como o repositório TREE pretende auxiliar os processos de ensino e aprendizagem de uma instituição de ensino superior, consideramos que essa actividade reflecte algumas características próprias do ensino a distância que pressupõe uma grande ênfase na auto-aprendizagem do aluno.

O repositório ao fornecer ferramentas e actividades no âmbito educacional obrigará sempre, a sua concepção e o seu desenvolvimento, enquadrado nos modelos de normas desenvolvidas pelas comunidades que estudam os processos de ensino e aprendizagem baseados em tecnologia. Com o objectivo de criar um ambiente educacional participativo e colaborativo, as actividades a desenvolver no âmbito do repositório devem:

- Ser concebidas segundo uma estrutura lógica e coerente para permitir atingir os objectivos das diferentes unidades curriculares;
- Disponibilizar uma estrutura organizacional dos conteúdos visando a eficiência da navegabilidade e da compreensão do aluno;
- Assegurar os factores de credibilidade e de relevância educacional;
- Referir informações descritivas sobre os conteúdos, como por exemplo o tempo estimado para a conclusão de uma tarefa, para fornecer um enquadramento para o objecto específico;
- Definir objectivos e contextos para incentivar a participação do aluno no processo educativo da instituição;
- Permitir a inovação da construção de actividades de ensino de um modo atractivo e apelativo.

4.3.6. Segurança

Como realçamos anteriormente o administrador do repositório TREE poderá definir diferentes perfis de níveis de acesso às várias funcionalidades disponibilizadas pela plataforma. Desta maneira, mediante de um processo de autenticação podemos estabelecer que apenas os

professores tenham acesso às ferramentas de armazenamento e gestão dos conteúdos e ainda que somente os alunos identificados como sendo utilizadores registados tenham acesso a algumas das principais funcionalidades, ou o acesso a determinado tipo de colecções de conteúdos.

Para isso, o registo de utilizadores deverá ser dividido em dois processos distintos. Para o caso da atribuição de permissão de administrar ou de autor, o processo deve ser apenas acessível pelo administrador do sistema; no entanto, quando o utilizador representa um aluno o registo envolve o preenchimento obrigatório de um formulário. Em qualquer dos casos o sistema reúne as informações indispensáveis para a manutenção de um perfil pessoal para cada um dos utilizadores.

O repositório deve ainda ser construído através de software que do ponto de vista tecnológico seja robusto e com uma arquitectura que cumpra as exigências de segurança e privacidade dos dados. Aliado a este factor, surge também a questão de como fornecer ferramentas robustas, para proceder eficientemente na protecção dos direitos autorais da propriedade intelectual.

Os direitos de autor sobre o material didáctico surgem como uns dos principais, se não for o principal, determinantes do sucesso da implementação de um repositório numa instituição de ensino. Com a disponibilização de ferramentas que permitem a protecção dos conteúdos, o repositório ganha credibilidade junto da sua comunidade de autoria, e assim tornar-se-á num local apetecível para o armazenamento, a longo termo, dos conteúdos.

4.4. Normalização

O processo de introdução de recursos TIC nas instituições de ensino superior tem acompanhado a alguma distância o ritmo de outros sectores, como por exemplo a área da comunicação, ou mesmo a área dos negócios. Nas instituições de ensino superior é notório que a implementação de tecnologias de informação e comunicação se tem generalizado para os processos de administração ou de carácter informativo e de divulgação de actividades da instituição. Deste modo, podemos considerar que a utilização de tecnologias como forma de suporte do processo de ensino e aprendizagem de uma instituição é muito promissora mas a sua implementação peca por escassa e pouco coerente (OECD, 2005), além de em muitos casos ser pouco consistente.

Mesmo com o ensino baseado em tecnologia a apresentar um enorme potencial educacional por vezes surge um retardamento na sua adopção, porque neste caso, não o podemos considerar como uma mera aplicação da tecnologia. Quando consideramos a utilização de tecnologias nas actividades de ensino é necessário considerar factores como o valor pedagógico dos conteúdos, a acessibilidade, a interoperabilidade e o contexto específico de cada instituição.

De facto, a experiência de ensino envolve muito mais do que apenas entrega de conteúdos, do que a simples transmissão de conhecimento, pois é necessário atingir o resultado de entregar o recurso certo a um pedido de um utilizador. Hoje, a Internet constitui uma rede que facilmente pode fornecer sistemas de entrega de conteúdos, mas carece de mecanismos mais apropriados quando consideramos a sua utilização em campos educacionais.

Uma dos pressupostos do ensino baseado em tecnologia passa por permitir que um conteúdo seja utilizado e partilhado por uma comunidade alargada de alunos, ou mesmo por diversos professores que os podem reutilizar, para desta forma rentabilizar o esforço de desenvolvimento de conteúdos. Com estes princípios estabelecem-se as necessidades e as oportunidades das instituições caminharem para a colaboração e cooperação na autoria, através dos conceitos de reutilização.

Como consideramos anteriormente a reutilização de conteúdos educacionais depende das características técnicas do recurso assim como das plataformas em que são utilizados. Além disso um factor decisivo para a reutilização de conteúdos é a interoperabilidade de todo o meio envolvente à sua utilização. Nesse sentido a normalização de todos os processos torna-se decisiva para o aumento do ciclo de vida de um conteúdo. Nos últimos anos podemos verificar um grande esforço por parte de várias organizações internacionais em estabelecer normas que procuram assegurar a qualidade desses sistemas e garantir a compatibilidade entre as diferentes plataformas.

As instituições ao adoptarem normas nos seus processos que compõem o ensino e aprendizagem, baseado em tecnologia, tornam os seus sistemas mais robustos para a partilha de recursos entre plataformas, aumentando os índices de descoberta dos recursos pelos utilizadores, assim como a expansão do ciclo de vida da preservação de um recurso. Hoje com a Internet a caminhar para os campos da semântica, é de uma forma quase imperativa, que os conteúdos são obrigados a fornecer informação descritiva sobre o recurso em questão, para que possam deste modo permitir a optimização dos processos de procura através desses metadados detalhados.

4.4.1. A adopção de normas de metadados e automatização do sistema

A adopção de normas educativas para sistemas que funcionem como repositórios de objectos educativos pressupõe no nível mais alto a utilização de normas para o armazenamento das informações descritivas, com a implementação de normas para os metadados do objecto. Um dos problemas que advém dessa implementação está relacionado com o facto de que algumas normas são bastante extensas, no número de elementos requeridos para essa caracterização.

Com a perspectiva de existir um número extenso de campos que necessitam do seu preenchimento por parte do utilizador, surge a oportunidade e a necessidade de estabelecer um sistema com um nível de automatização de elementos e que dessa forma possibilite o preenchimento automático de alguns campos tornando deste modo as colecções mais

homogéneas e consistentes. Além desse aspecto, com a automatização de alguns campos ou com a semi-automatização, os tempos de submissão de conteúdos encurtam, respondendo a uma necessidade cada vez mais importante no funcionamento dos repositórios.

Os metadados de um objecto educativo devem conter um número de elementos cujo preenchimento pelo utilizador é obrigatório, sendo os restantes opcionais. Com esta medida as colecções de objectos tornam-se mais consistentes e os índices de satisfação em relação ao processo de procura de conteúdos por parte dos utilizadores aumentam.

Ao possibilitar que certos elementos sejam preenchidos automaticamente pela plataforma, o processo de descrição dos objectos torna-se menos maçador e confuso para o utilizador, que está a armazenar o conteúdo, além de encurtar o tempo necessário para concluir essa tarefa. Desta maneira consegue-se obter uma melhor e mais exacta caracterização do objecto aumentando a possibilidade de reutilização desse recurso. Assim sendo, a navegabilidade através de colecções descritas de forma consistente aumenta a probabilidade de o utilizador conseguir aceder ao conteúdo que pretendia, de uma forma mais simples e menos morosa.

A automatização da criação de metadados pode ser feita através da recuperação das informações relativas ao perfil do utilizador que conduz o processo de armazenamento do recurso em questão. Do mesmo modo, as informações técnicas do tipo de recurso que se pretende armazenar também podem ser recuperadas facilmente, uma vez que esse tipo de informações é recorrentemente utilizado num processo de importação de ficheiros.

Contudo existem outros elementos que não são passíveis de recuperar automaticamente pelo sistema: as informações descritivas terão de ser sempre preenchidas pelo utilizador, embora exista a possibilidade de semi-automatizar alguns elementos. Este tipo de elementos prepara um preenchimento automático mas no final terá de ser confirmado pelo utilizador ao submeter o conteúdo.

4.4.2. Interoperabilidade

Actualmente, muitas aplicações Web atingiram níveis de inovação em que pressupõem o seu desenvolvimento de forma colaborativa para a partilha de conhecimentos e para aumentar os índices de conhecimentos. Assim é necessário que as plataformas possam permitir o seu crescimento no número de funcionalidades disponibilizadas. As plataformas devem corresponder a um modelo de concepção onde se preveja a sua construção a partir de componentes interoperáveis que podem ser utilizados e reutilizados como peças de um puzzle.

Um sistema que está de acordo com os factores da interoperabilidade significa que este possibilita de algum modo a partilha eficiente de informação entre vários sistemas ou entidades. De outro modo, a interoperabilidade também pode ser observada pelo tipo de entrega dos conteúdos que uma determinada plataforma disponibiliza. Nesse caso, hoje, os

conceitos de mobilidade são uma realidade e a entrega de conteúdos preparada para os dispositivos móveis (m-learning), pode ser uma mais-valia no que diz respeito ao ensino à distância. Um facto que pode ser impulsionador para considerar este mercado como atractivo consiste em que os telefones móveis de última geração representam um crescimento, em termos de utilização, em Portugal.

Generalizando, a interoperabilidade pode ser definida pela possibilidade da partilha eficiente de informação entre vários sistemas de informação, permitindo estabelecer novas ligações e integrações de tecnologias e plataformas. Deste modo, o repositório deverá incluir mecanismos que possibilitem:

- Armazenar facilmente diferentes formatos de documentos;
- Definir e implementar de forma rápida, mensagens transaccionais com entidades de diversas plataformas;
- Desenvolver novas ferramentas que processem os dados armazenados no repositório;
- Trocar informação entre sistemas cooperativos com segurança e fiabilidade;
- Definir visualmente e gerir processos, independentemente da tecnologia associada;
- Permitir a ligação do repositório com outros tipos de sistemas, como por exemplo plataformas LMS;
- Minimizar tempos, custos e riscos.

Quando procedermos à implementação de modelos de interoperabilidade pretendemos garantir que a partilha e a troca de informações acontecem segundo uma lógica universal e de modo a suportar os diferentes tipos de plataformas. Neste contexto uma das linguagens mais utilizadas para a troca de informação é o XML.

4.4.3. Acessibilidade

A acessibilidade caracteriza-se pela capacidade de um produto ser flexível para atender às necessidades e preferências, relativamente ao suporte de apresentação, do maior número de pessoas. Para além disso, a acessibilidade considera o acesso a um portal Web pela perspectiva das pessoas com necessidades especiais, bem como a sua utilização em diferentes ambientes e situações. Assim um sistema desenvolvido sob este conceito deve considerar os utilizadores independentemente do software e do hardware que utilizam.

Muitas vezes é quase impossível tornar um portal Web inteiramente acessível; no entanto, podemos combater algumas das causas mais frequentes de falta de acessibilidade. A construção de um portal Web deve apresentar uma estrutura de navegação eficaz, não deve recorrer predominantemente à utilização de informação gráfica e deverá reunir apenas a informação indispensável para os seus propósitos.

Quando a acessibilidade tenta responder às pessoas com necessidades especiais o tipo de modelagem com muitos elementos multimédia e tabelas para formatar o conteúdo, origina

problemas se o utilizador recorrer a *browsers* que dirigem os conteúdos a um sintetizador de voz ou que utilizam *browsers* que somente podem exibir o texto das páginas Web.

4.4.4. Usabilidade

A usabilidade pretende assegurar que os sistemas possam ser utilizados por utilizadores específicos para atingir objectivos específicos, de um modo eficiente, e com menos erros, e com qualidade assegurada. De facto, o conceito da usabilidade é considerado como um atributo de qualidade de sistemas que são fáceis de usar e fáceis de aprender. Desta maneira, a construção de uma aplicação segundo estes conceitos pretende dar um maior enfoque aos utilizadores e às tarefas que desenvolvem num determinado ambiente.

Ao considerarmos a usabilidade quando é aplicada durante o processo de concepção da interface vários problemas podem ser detectados. A interface de uma plataforma deve tornar fácil o acesso às informações disponíveis, em tempos curtos, para evitar a frustração do utilizador. Para tentar medir o nível de usabilidade de um sistema ou de uma interface pode-se estabelecer três medidas de avaliação: efectividade; eficiência; e satisfação.

A efectividade permite que o utilizador alcance os objectivos iniciais de interacção e geralmente é avaliada em termos de finalização de uma tarefa e também em termos de qualidade do resultado obtido. Assim, caso se trate de um portal de notícias, o utilizador, para além de conseguir ler facilmente as notícias de destaque, deve ainda poder aprofundar algum assunto de interesse, ou pesquisar notícias anteriores.

A eficiência refere-se ao grau de esforço e de recursos necessário para se alcançar um determinado objectivo. Tanto os desvios que o utilizador efectua durante a interacção como a quantidade de erros cometidos podem servir para avaliar o nível de eficiência da aplicação. Nesta perspectiva não é suficiente permitir que o utilizador atinja o objectivo e realize a tarefa, mas que o faça com o menor esforço possível.

A terceira medida de usabilidade, a satisfação, talvez seja a mais difícil de medir e de quantificar, pois pode estar relacionada com factores altamente subjectivos. De uma maneira geral, a satisfação refere-se ao nível de conforto que o utilizador sente ao interagir com determinada interface para alcançar os seus objectivos.

Os objectivos de uma interface devem ser construídos para permitirem uma navegação e uma interacção de fácil uso, para não irritar o utilizador, e de modo a que as atenções por parte de quem aprende fiquem restritas aos conteúdos curriculares. O aluno necessita de que os conteúdos, para o ajudarem a aprender e a evoluir, facilitem o processo educativo sem que lhe sejam colocadas barreiras ou fontes de dispersão.

Em modo de conclusão consideramos que quer a usabilidade quer o design da interface de uma plataforma possuem a mesma importância que os conteúdos. A partir desta premissa,

torna-se indispensável o cruzamento dos conceitos de usabilidade e de conteúdos de aprendizagem on-line para atingir uma solução devidamente equacionada.

A boa usabilidade ajuda a formar, ou manter, uma boa imagem junto do seu público-alvo. Alcançar uma boa usabilidade é uma maneira de destacar uma aplicação Web e de viabilizar um melhor acesso aos conteúdos.

5. O Fedora como repositório de objectos

Tal como já demonstrámos ao longo dos capítulos anteriores, as instituições de ensino superior enfrentam crescentes exigências, nomeadamente, na organização, divulgação e entrega dos seus conteúdos. Neste contexto, ao efectuar-se uma análise sobre as aplicações baseadas em ambientes Web, constata-se uma crescente utilização de conteúdos multimédia, que combinam ao mesmo tempo, entre outros, texto, imagem, áudio e vídeo. Hoje, os conteúdos digitais já não são apenas documentos simples, nem são tão pouco compostos exclusivamente por conteúdos a partir de versões digitalizadas, de conteúdos não digitais.

Deste modo, os tipos de formato dos objectos que se pretende preservar em repositórios, vão para além dos objectos “ditos” convencionais. Actualmente, as exigências relativas à disponibilização de objectos do tipo dinâmico, conteúdos multimédia, são uma realidade. Em boa parte, esta mudança deve-se ao facto de os utilizadores se tornarem mais sofisticados, quer na criação, quer na utilização de conteúdos multimédia complexos. Por isso, os repositórios tiveram a necessidade de se tornarem mais sofisticados, para permitir o armazenamento desses conteúdos e a sua preservação, a longo prazo, de uma maneira eficiente.

Então, os conteúdos devem ser criados e armazenados em repositórios. Para isso, o funcionamento do repositório deve estabelecer hierarquias e relações entre objectos para permitir uma organização consistente e eficiente. Aliado à tarefa de organização, no armazenamento de um objecto surge a necessidade de juntar outra tarefa, que consiste na caracterização do objecto, com descrições informativas sobre o conteúdo, através da utilização de metadados.

O tipo de armazenamento vai ser determinante para os serviços de divulgação, afectando consequentemente as funcionalidades de procura e navegação dos conteúdos armazenados. É certo que as utilizações e reutilizações de objectos dependem sempre das funcionalidades de procura e de navegação pelas colecções disponíveis no repositório.

No presente capítulo, é efectuado um estudo sobre o software Fedora, que foi o escolhido para a implementação do repositório TREE. A escolha recaiu na utilização do software aberto Fedora uma vez que este satisfaz as necessidades de organizar, armazenar, disponibilizar e preservar os conteúdos da comunidade ISEP.

Entre as possibilidades consideradas, como solução, para o desenvolvimento do repositório, o Fedora foi o escolhido, porque o seu funcionamento baseia-se em *Web services*, disponibilizando o acesso à sua API por vários caminhos, permitindo deste modo a sua expansibilidade, no que diz respeito a funcionalidades. Além disso, o potencial do Fedora, também advém do seu modelo de objecto, que permite o desenvolvimento de novos esquemas de metadados, para serem adicionados ao objecto.

Desse modo, no final do capítulo são realçadas, ainda, algumas considerações sobre a implementação de metadados, para a caracterização dos conteúdos. Contudo, nesse campo, a

adopção do perfil de metadados LOM resultou dos requisitos inerentes aos objectos educativos, e que necessitam da utilização de uma norma do âmbito educacional. O LOM nessa área é uma das normas mais eficientes para a caracterização de conteúdos que são utilizados nos processos de ensino e aprendizagem de uma instituição de ensino superior.

5.1. As vantagens do Fedora como repositório

O software Fedora consiste num sistema de gestão de conteúdos, que permite a construção de repositório de conteúdos e que funciona como um serviço Web, dentro de um servidor *Apache Tomcat*. Como foi referido anteriormente, o Fedora é baseado em software aberto e abrangido pela Educational Community License 1.0 (ECL). Este tipo de licença torna o software aberto e utilizável por qualquer instituição ou pessoa, e para qualquer finalidade.

Assim, os repositórios baseados no software Fedora permitem fornecer aos utilizadores ferramentas e interfaces para criar, armazenar, preservar, gerir, e divulgar os conteúdos armazenados dentro do repositório. Contudo existem várias características que distinguem o Fedora de outros softwares abertos, disponíveis no mercado (The Fedora Development Team, 2008). Para esse efeito nos repositórios construídos com software Fedora destacam-se as seguintes características:

- **Um modelo de objectos, poderoso:** Permite interligar diferentes objectos, de diferentes tipos de formato. Os objectos podem ser referenciados localmente no repositório ou externamente para outros objectos.
- **Uma gestão de metadados extensível:** Os metadados e os dados são tratados de maneira uniforme, pelo modelo de objectos. Permite adicionar um qualquer número e variedade de formatos de metadados, aos conteúdos. Na sua versão base, aceita vários formatos, como por exemplo MARC, DC, entre outros.
- **Uma relação entre objectos expressiva:** Através dos metadados de cada objecto, é possível expressar várias relações, como a associação a comunidades, ou colecções. As relações podem traduzir-se em associações estruturais ou relações taxonómicas, que podem ser pesquisadas, através de consultas do universo da Web semântica.
- **Permite a gestão de versões:** Armazena um histórico de todas as alterações efectuadas sobre um objecto. O histórico é acessível através da API.
- **Uma arquitectura de segurança configurável:** Permite definir políticas de controlo de acesso, pelo controle de uma camada baseada em XML. Estas políticas definem um conjunto de regras para permitir ou negar o acesso de utilizadores ou de grupos a operações no repositório.
- **A conformidade com o protocolo OAI-PMH:** É plenamente conforme com a *framework* de interoperabilidade definida pelo protocolo OAI-PMH, apoiando deste modo a colheita de metadados fornecidos, pelos objectos.
- **A preservação:** O repositório incorpora várias características que facilitam as complexas tarefas relacionadas com a preservação. Internamente todos os objectos são representados no sistema como arquivos num formato aberto (XML). Estes

arquivos incluem os conteúdos, os metadados, as relações com outros objectos e os serviços associados a cada objecto. Toda a estrutura do repositório pode ser reconstruída a partir das informações desses arquivos. Além disso, o repositório é compatível com vários modelos de referência, devido à sua capacidade de armazenar e divulgar informação complacente com vários padrões.

Embora, estas características só por si bastassem para distinguir o Fedora de outros softwares, existem dois conceitos que o tornam em linha com as últimas inovações a nível do armazenamento e preservação de conteúdos. São elas a possibilidade de implementar uma federação de repositórios, distribuindo os seus serviços por, várias instituições, e a arquitectura da sua API ser baseada em *Web services*, tornando assim o sistema aberto e robusto, para além de permitir o desenvolvimento de funcionalidades especializadas para cada utilização específica.

Desse modo, a arquitectura do Fedora possibilita o desenvolvimento de repositórios distribuídos, uma vez que a federação de repositórios é um factor muito importante no contexto actual. Em primeiro lugar, a federação surge como uma exigência natural, para a entrega e acesso integrado de recursos, que são propriedade ou são geridos por várias instituições. Assim, o conceito de repositórios distribuídos pretende facilitar a interligação dos repositórios com outras aplicações e com múltiplas fontes de informação. Porém, este tipo de soluções são muitas vezes aplicadas também com o intuito de tentar resolver os problemas de escalabilidade e de desempenho de repositórios muito grandes.

Especificamente, a federação de repositórios pode ser definida como um meio de distribuição de carga, e de armazenamento de objectos, entre várias instituições. Este processo caracteriza-se por permitir que cada repositório possa ser tratado de um modo individual, em conjunto com os outros repositórios.

As vantagens de uma arquitectura aberta e baseada em *Web services*

O repositório Fedora permite o acesso à sua arquitectura através de *Web services*. Deste modo torna-se possível o desenvolvimento de novas ferramentas e funcionalidades para interagir com o repositório. Para isso, os seus interfaces e transmissões tem de ser baseados em linguagem XML e definidas pela linguagem Web Services Definition Language (WSDL).

Assim o repositório é capaz de funcionar de um modo genérico, sobre o qual muitos tipos de aplicações podem ser criadas ao longo do tempo. Esta capacidade de expansão e de modificação constrói a longevidade de um sistema que serve de repositório. A integração de serviços permite distinguir dois tipos:

- **Entrega de conteúdo dinâmico:** Neste caso, os serviços podem ser associados a qualquer uma das componentes que constituem um objecto. Como resultado, o objecto pode fornecer conteúdo dinamicamente, com a saída a processar os dados de um objecto. Por exemplo, um serviço de processamento de imagem pode ser

associado a um objecto, que contém uma imagem TIFF, tornando possível converter a imagem para outros formatos (JPEG, GIF), ou redimensionar.

- **Gestão e acesso da API:** O repositório é executado como um serviço dentro de um servidor Web, e todas as funcionalidades e características do modelo de objectos, ficam acessíveis através de consultas REST e SOAP. Assim, o repositório pode ser facilmente integrado numa grande variedade de ambientes e aplicações, com funcionalidades e utilizadores diferentes.

O utilizador pode executar tarefas comuns através de aplicações cliente ou de *browser* Web. Portanto, as tarefas de armazenar objectos, de pesquisar no repositório, ou de aceder aos objectos, são efectuadas por meio destas aplicações, que medeiam as interações com o repositório, através de *Web services*, para executar as transformações de dados que tenham sido solicitadas pelo utilizador.

É também importante referir que os utilizadores apenas interagem com o repositório através da sua API embora, por vezes, possa parecer que estejam a interagir directamente com os objectos. A seguinte figura apresenta o ponto de vista do funcionamento de repositório Fedora.

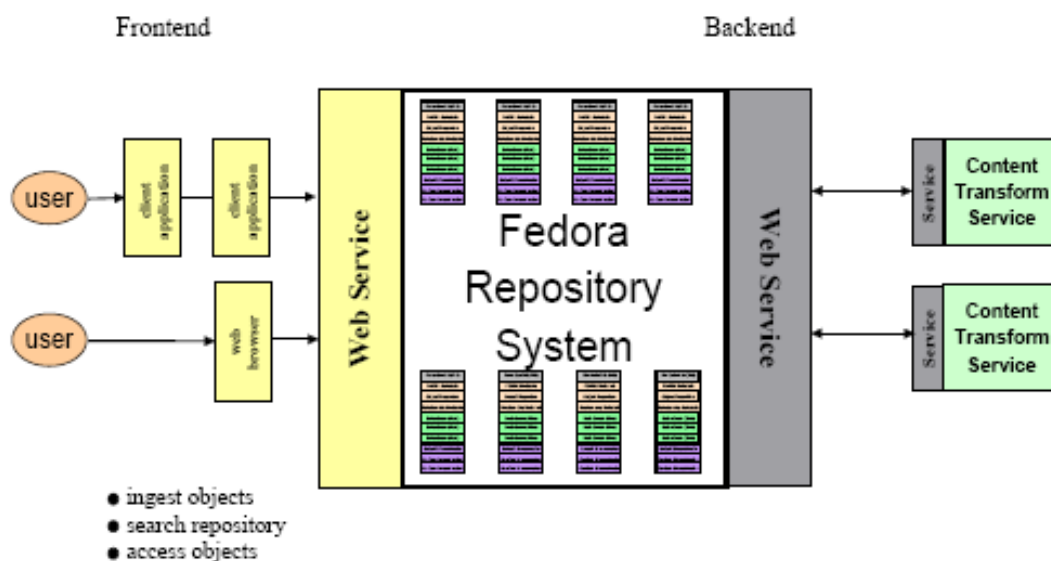


Figura 20 – Interação entre clientes e servidor

Devido a esta inerente força e flexibilidade, novos pontos de vista e transformações de dados são simples de adicionar ao longo do tempo, conforme os requisitos dos utilizadores e das instituições mudam. Assim o repositório segue uma abordagem de arquitectura orientada para os serviços, permitindo que novas funcionalidades e serviços possam ser construídos em torno do núcleo do repositório, como aplicações *stand-alone* e independentes.

5.2. Modelo de objecto digital

Analisando a perspectiva do armazenamento do conteúdo, o repositório utiliza um modelo de um "objecto digital composto", que agrega um ou mais itens de conteúdo, no mesmo objecto. Os itens de conteúdo podem ser de qualquer tipo de formato e podem tanto ser armazenado localmente no repositório, como externamente e apenas referenciados pelos objectos. Os conceitos presentes no modelo de objecto digital do Fedora pretendem ser simples e flexíveis, permitindo deste modo a criação de objectos de múltiplas naturezas. Dessa maneira, é definido um esquema em linguagem XML (Fedora Object XML - FOXML) para possibilitar a gestão de objectos no repositório de uma forma coerente.

Na perspectiva de um acesso, via URL, para representar um objecto, este esconde a sua estrutura subjacente. Na sua forma mais simples, um objecto digital é uma agregação de itens de conteúdo, onde cada item de conteúdo mapeia uma representação. O modelo de objectos do Fedora define ainda, um componente conhecido como "*datastream*" para representar um item de conteúdo. Este componente tanto consegue encapsular o conteúdo internamente no repositório como externamente através da utilização de referências.

O modelo de objecto do Fedora para além de permitir representações básicas, que são transcrições directas dos *datastreams*, também permite a definição de representações virtuais para os objectos. Uma representação virtual, ou disseminação, é uma visualização de um objecto, que é produzida por um serviço (ou seja, um método de invocação), que pode ter como entrada um ou mais *datastreams*, do respectivo objecto. Como tal, podemos dizer que consiste num meio para entregar dinamicamente o conteúdo de um objecto.

Um objecto digital no repositório Fedora serve para descrever o conteúdo (os dados e metadados) mas também serve para estabelecer um conjunto de comportamentos associados ou serviços que podem ser aplicados a esse conteúdo. Assim, a figura 21 mostra os dados básicos, de um modelo de objecto digital, que é constituído por três blocos:

- **Identificador do objecto digital (PID):** Único e persistente para cada objecto;
- **Propriedades do sistema:** Definição descritiva do sistema, necessária para a gestão e acompanhamento da evolução de um objecto no repositório;
- **Datastream(s):** Consiste no(s) elemento(s) de um objecto que representa(m) um item de conteúdo.

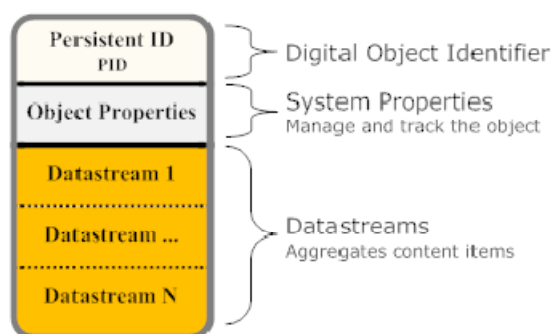


Figura 21 - Modelo de dados de um objecto digital

Para facilitar as tarefas de gestão de objectos, todos os objectos tem um esquema de metadados baseado no FOXML, que consiste numa exigência da arquitectura do repositório Fedora.

Os metadados FOXML de um objecto digital são distintos de outros tipos de metadados que são armazenados no objecto, com o caso dos conteúdos. Da perspectiva de funcionamento do Fedora, todos os outros esquemas de metadados, descritivos ou técnicos, são considerados como opcionais, do ponto de vista do repositório, e são tratados como *datastreams* de um objecto.

As propriedades do objecto descrevem informações como o tipo de objecto, o seu estado, modelo de conteúdo que subscreve, data de criação e data da última modificação, entre outros. O conteúdo, que é a essência do objecto digital (por exemplo, imagens, textos, vídeos), também é representado através dos *datastreams*. Do mesmo modo, todas as formas de metadados, excepto as do sistema de metadados, também são tratados como conteúdo, e portanto são representados como *datastreams*.

Além disso, todos os *datastreams* têm o potencial de ser disseminados, a partir de um objecto, que pode armazenar o conteúdo localmente no repositório ou remotamente através da utilização de referências. Este tipo de modelo de objecto oferece os pontos fortes e as vantagens seguintes:

- **Abstracção:** O modelo de objecto é o mesmo apesar do tipo de objecto variar, assim como as definições de comportamento ou mecanismos de comportamento.
- **Flexibilidade:** Permite projectar os modelos de conteúdo que melhor representam os dados e os requisitos de apresentação, para a utilização específica de cada caso.
- **Genéricos:** Os metadados e os conteúdos estão estreitamente ligados dentro de um objecto.
- **Agregação:** Os objectos podem referir-se a dados que estão armazenados localmente ou que estão armazenados num qualquer servidor Web.
- **Extensibilidade:** Os comportamentos dos interfaces são extensíveis devido aos serviços estarem directamente relacionados com os dados, dentro de um objecto. À medida que os serviços mudam, os objectos mudam com eles.

5.2.1. Datastreams

O *datastream* é um elemento de um objecto digital que representa um item de conteúdo. Cada objecto pode ter um ou mais *datastreams*, que registam atributos úteis sobre o conteúdo que representam, como por exemplo o tipo de formato (MIME-type), a data de criação, as políticas de segurança ou as relações entre objectos.

O conteúdo representado por um *datastream* é tratado como um fluxo de dados, e é o utilizador quem determina a forma de como interpretar o conteúdo (ou seja, dados ou

metadados). Cada *datastream* tem identificador único e, como já foi visto, pode guardar vários tipos de conteúdo, como por exemplo o controlo de versões do conteúdo, ou a referência de conteúdos externos ao repositório. No modelo de objecto do Fedora são reservados três *datastreams* para a sua utilização, "DC", "AUDIT" e "RELS-EXT", como pode ser visualizado na figura abaixo.

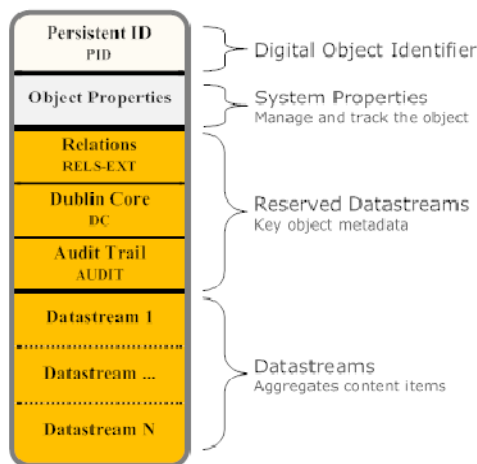


Figura 22 - Datastreams do objecto digital Fedora

Esses três *datastreams* reservados pelo modelo do objecto Fedora pretendem captar dados informativos sobre o objecto que são considerados como decisivos para a organização e para a definição de políticas de utilização do repositório. Além disso serão estes os dados utilizados para uma potencial reconstrução do objecto. Assim, analisando em mais detalhe esses três *datastreams* reservados temos:

- **DC:** Por pré-definição é utilizado para conter metadados descritivos, no formato Dublin Core, sobre o objecto. Os dados serão criados automaticamente ou terão de ser fornecidos pelos utilizadores.
- **AUDIT:** É utilizado para registar uma pista de auditoria de todas as alterações feitas sobre o objecto e não pode ser editado pelo utilizador, uma vez que só o sistema o pode controlar.
- **RELS-EXT:** É utilizado para fornecer um lugar consistente para a descrição das relações do objecto com outros objectos.

Como já foi visto anteriormente, o modelo de objecto digital prevê a possibilidade de incluir um qualquer número de *datastreams*, que podem ser personalizados de modo a representarem as definições de conteúdo do utilizador.

No entanto, o desenvolvimento de repositórios personalizáveis para as diferentes necessidades dos utilizadores implica decisões sobre o que incluir num objecto digital e como configurar os seus *datastreams*. Essas escolhas devem reflectir os requisitos de implementação de um repositório. Mas a possibilidade oferecida pela criação de *datastreams*, de qualquer tipo, para criar esquemas que possam servir de metadados do objecto torna o Fedora um repositório com índices bastantes elevados para a personalização e adaptação a um contexto específico.

5.2.2. A perspectiva do acesso

Analisando o acesso ao conteúdo, o modelo de objecto contém, além dos *datastreams*, um conjunto de propriedades (simplificado para a representação). Para isso, são definidos, para cada objecto, um conjunto de pontos de acesso, onde cada ponto de acesso é capaz de disseminar uma "representação" do objecto. A representação (ou disseminação) pode ser considerada como uma expressão definida por parte de todas as características essenciais do conteúdo.

Em muitos casos, a disseminação directa de um fluxo de dados é o único método de acesso exigido. Alias, na maioria das funcionalidades disponibilizadas pelo repositório, este método é o único acesso suportado. No entanto, o Fedora também suporta a disseminação virtual de representações, que utiliza as escolhas dos modeladores de conteúdos e dos métodos de apresentação utilizados, através de informações presentes nos objectos.

Considerando o objecto como se fosse encapsulado pelos seus pontos de acesso, teríamos cada ponto de acesso identificado por um URI e conforme com o esquema "info" do Fedora. Assim, cada ponto de acesso URI pode ser facilmente convertidos para a sintaxe URL, para os serviços de acesso baseados em REST (API-A-LITE). Convém notar que o Fedora fornece vários protocolos, baseado em APIs, para aceder aos objectos, nos mesmos pontos de acesso. Um determinado ponto de acesso tanto pode ser utilizado para aceder a uma representação de um conteúdo, como pode servir para a obter informações relativas a um esquema de metadados associado.

Por norma, o Fedora cria um ponto de acesso para cada *datastream*, para a sua utilização directa para a disseminação do seu conteúdo. A figura 23 mostra como esses pontos acesso mapeiam os *datastreams*.

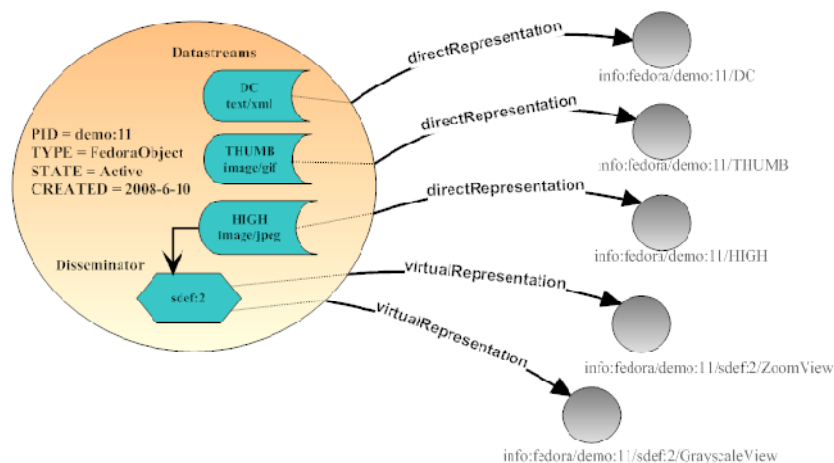


Figura 23 – Perspectiva de acesso do objecto digital

Como considerado na figura anterior, o objecto demonstrado agrega três *datastreams*: um registo de metadados DC, uma imagem miniatura, e uma imagem de alta resolução. O acesso a cada *datastream* é efectuado a partir de um URI em separado. Deste modo, pode-se constatar a possibilidade de associar serviços, que permitem produzir representações virtuais, ou

directas, com o conteúdo dos *datastreams* a servir de entrada, bem como de interlocutor de parâmetros. Com isto, os pontos de acesso personalizados conectam com os serviços que são chamados pelo repositório para produzir as representações do objecto.

De referir que, no exemplo acima, ainda existe um serviço que contém duas operações, de transformação de conteúdo, uma para a produção de zoom, em imagens, e outra para produção de imagens na escala de cinzentos (*grayscale*). Estas operações requerem ambas uma imagem do formato JPEG como entrada e portanto a *datastream* "HIGH" é utilizado por este serviço, que irá construir um ponto de acesso para cada operação definida pelo serviço.

O controlo de objectos contém informação suficiente para que o repositório possa mediar automaticamente todas as interacções, com os serviços associados. O repositório utiliza a informação, para fazer chamadas de serviço adequadas em tempo de execução, para produzir representações virtuais. Mais uma vez, da perspectiva do cliente todas as operações são transparentes e o cliente apenas solicita a disseminação do ponto de acesso desejado.

5.2.3. Representação das relações entre objectos

Como já foi visto, os objectos do Fedora podem ser relacionados com outros objectos de muitas maneiras. Por exemplo, um objecto representa uma colecção e outro objecto é membro dessa colecção. Além disso, pode-se dar o caso de que um objecto é considerado uma parte de outro objecto, uma derivação, uma descrição, ou até mesmo o equivalente a um outro objecto.

A composição de objectos académicos pode ser considerada como um gráfico de objectos relacionados. Outros tipos de objectos também podem ser relacionados com um objecto ao longo do tempo como por exemplo a criação de anotações criadas por terceiros e relacionados com o objecto original. Além disso, os objectos também podem servir para actuarem como "proxies" para produzirem dinamicamente conteúdos Web. Poderíamos considerar por exemplo a utilização dos recursos do portal Web Amazon para permitir o acesso a informação de livros relevantes para o objecto. A criação de uma rede de objectos, pode-se resumir de uma forma semelhante à figura 24.

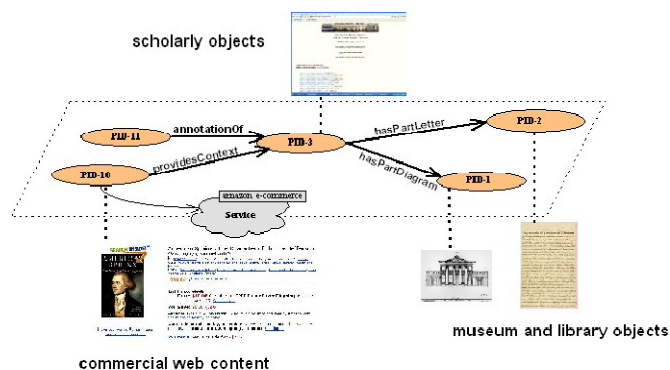


Figura 24 – Uma rede de objectos digitais

As relações entre objectos são traduzidas por um esquema de metadados que regista os diferentes tipos de relações. Para esse esquema é predefinido um conjunto de relações comuns, que são definidas pelas ontologias utilizadas pelo Fedora, num esquema RDF. Assim consegue-se estabelecer um conjunto de relacionamentos genéricos, úteis para a criação de redes de objectos digitais. Os relacionamentos podem ser refinados ou estendidos. Além disso as comunidades podem definir as suas próprias ontologias para codificar as relações entre os objectos.

O sistema do Fedora indexa automaticamente os metadados dos relacionamentos de todos os objectos numa base de dados especial. As consultas a esta base de dados necessita da utilização de uma linguagem especializada para a extracção de informação, para deste modo estabelecer um mapa de todos os objectos do repositório e das suas relações com outros objectos. Este interface de consulta é exposto como um serviço na API e de facto pode ser utilizado para a divulgação dinâmica, como outro qualquer serviço Web.

De referir ainda que todas as relações entre objectos são armazenadas como metadados (em RDF/XML) pelo *datastream* "RELS-EXT" (Relações Externas).

5.3. Arquitectura

Até agora, considerámos a utilização do repositório Fedora sob a perspectiva do objecto e do seu modelo de funcionamento. Este mostrou que é permitida, por exemplo, a criação de metadados DC, ou qualquer outro tipo, mas que tenha como base um esquema em linguagem XML, e para isso até se pode utilizar um editor externo de linguagem XML.

Assim, considerando agora a perspectiva do funcionamento da arquitectura do repositório, podemos analisar como os pedidos de acesso à API interagem com a estrutura do objecto armazenado no repositório. Deste modo, a figura 25, ilustra a estrutura de um objecto armazenado no repositório e os seus correspondentes acessos, baseados em pedidos REST efectuados ao objecto e aos seus componentes, através do acesso à API-A-LITE, do repositório Fedora.

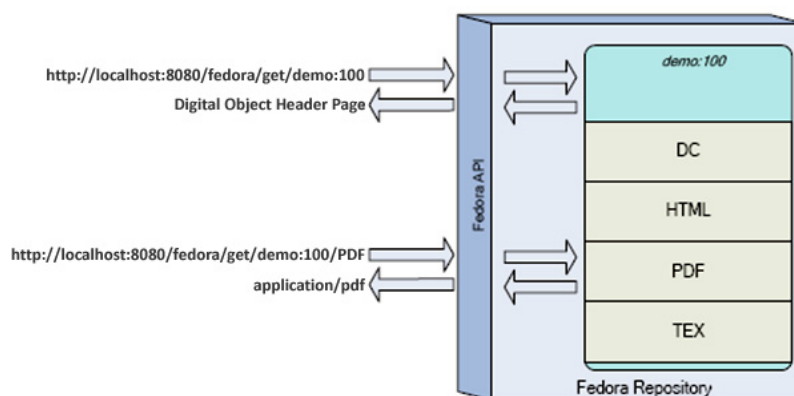


Figura 25 – Exemplo de um objecto digital

Como já foi mencionado anteriormente, uma das mais-valias da utilização do software Fedora, para a construção de repositórios reside na sua capacidade de associar dados a um objecto, com a ligação a *Web services*, para a produção de disseminações dinâmicas. Com o objectivo de ilustrar alguns exemplos dessa capacidade, descrevemos os seguintes:

- Ao invés de empacotar múltiplos formatos de um documento, permite ter um objecto num formato (por exemplo, TEX) e associar um serviço com o objectivo de transformar o formato original para múltiplos formatos de saída (por exemplo, PDF, ou HTML). Uma vantagem óbvia é de permitir alterar a fonte, e esta propaga-se para os formatos derivados, o que resulta em menos conteúdos duplicados no repositório.
- Ao invés de ter múltiplos pacotes de metadados baseados em XML nos objectos é possível empacotar um único formato de metadados (por exemplo, DC) e utiliza-lo como base de transferência de metadados. Com isso é possível associar um serviço, com um motor XSLT, com o objecto de processar o formato base, e através de uma transformação XSL do documento (empacotado como um *datastream* noutro objecto) obter um ou mais formatos adicionais.

Em ambos os casos, estáticos ou dinâmicos, as disseminações estão disponíveis através de solicitações dos clientes, via REST ou SOAP, para o serviço de acesso às API's do Fedora (API-A e API-A-LITE).

A natureza dos conteúdos disseminados, o tipo de formato dos dados subjacentes, a localização, estático ou dinâmico são invisíveis da perspectiva do cliente. Como resultado, o repositório pode alterar significativamente a natureza de um objecto e dos *Web services* relacionados com a sua utilização, mantendo sempre a mesma interface para o cliente. Do mesmo modo, dois objectos com estrutura totalmente diferente podem parecer o "mesmo" a partir da perspectiva dos clientes.

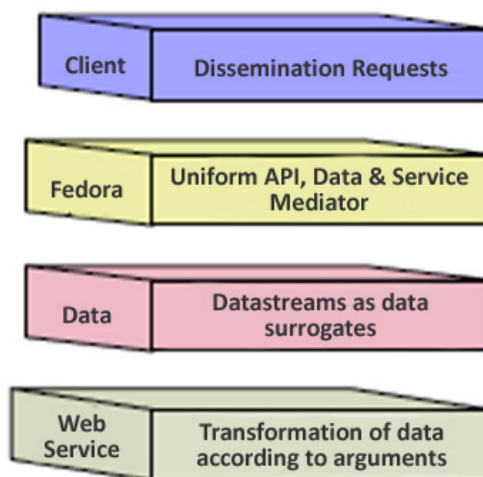


Figura 26 – Visualização do Fedora por camadas

Como se pode ver na figura anterior, a arquitectura do Fedora é dividida em quatro camadas. No topo desta estrutura, estão as aplicações do cliente, para captar os pedidos de

representação dos conteúdos. Assim de um modo sumário, e para cada uma das quatro camadas, são realçadas as seguintes características:

- **Camada do cliente.** É a primeira camada, e permite aceder à disseminação do conteúdo, através de serviço de acesso à API (isto é, API-A-LITE e API-A). O interface é uniforme e inclui as operações para a procura e para o acesso a comportamentos aumentados do objecto.
- **Camada dos serviços do repositório Fedora.** Esta camada mapeia os pedidos do cliente sobre a API, recebendo os seus dados, que são necessários para as invocações dos *Web services*, para produzir as respectivas disseminações.
- **Camada dos dados.** Nesta camada são guardados os *datastreams* que formam a base da disseminação. Estes dados podem funcionar para serem acedidos directamente através dos serviços de acesso, ou podem servir como entrada para outra disseminação "virtual", que é produzida quando os serviços do repositório chamam outro serviço Web, no momento da execução.
- **Camada dos Web services.** A última camada pode ser acedida pelas aplicações Web, sendo invocada via http.

5.3.1. Mecanismos de controlo

O repositório para conseguir criar objectos com disseminações dinâmicas de conteúdo precisa de estabelecer ligações entre as diferentes camadas da sua arquitectura. Durante este processo, surgem dois tipos de objectos “especiais” do Fedora, que são armazenados no repositório, e muitas vezes também são referenciados como objectos de "controlo". Essa designação surge porque esses objectos contêm os dados utilizados para controlar as funcionalidades específicas dos objectos.

Portanto, dentro dos objectos considerados de controlo das disseminações dos objectos, faz-se a distinção entre um conjunto que serve para definir o comportamento, e outro para definir os mecanismos. O conjunto de comportamentos guardados pelo *bDef* representa um "registo" de todos os resumos de serviços apoiados pelo repositório Fedora. O conjunto de todos *bMechs* representa um "registo" de todas as ligações concretas, para os serviços definidos pelos resumos dos serviços suportados pelo repositório. Então podemos definir os dois mecanismos como:

- **Behavior Definition (bDef):** A definição de um comportamento representa-se por um objecto que é um modelo para as funcionalidades do lado do cliente, definindo assim um conjunto de resumos sobre as operações (métodos) e argumentos. A associação de um modelo *bDef* a um objecto provoca um aumento no comportamento básico do objecto e as operações são definidas pelo modelo. Este modelo pode estar associado a mais do que um objecto.
- **Behavior Mechanism (bMech):** O mecanismo do comportamento é introduzido num objecto que regista a capacidade dos *Web services* em executar as operações definidas

por um determinado *bDef*. Este registo inclui a definição de serviços de metadados, obrigatórios, codificados em WSDL e seguindo um perfil de dados *bMech*. O perfil de dados define os tipos de entradas que são consideradas compatíveis com o serviço. Múltiplos perfis podem ser registados individualmente para cada *bDef*. Deste modo é possível expor um interface genérico do lado do cliente (definido pelo *bDef*), percorrendo os dados armazenados no repositório e as várias bases de Web services (definida pelo *bMechs*).

Quando é necessário fornecer extensões de pontos de acesso para os objectos, é preciso utilizar um outro tipo de objecto, que faz referência aos mecanismos e definições dos comportamentos, que são traduzidos pelos *bDefs* e *bMechs*. Então, esse tipo de objectos permite a disseminação de conteúdo dinâmico e para isso é permitido adicionar este componente específico, que é conhecido como disseminador, aos objectos para aumentar o seu significado, no repositório.

5.3.2. Disseminador para a representação de objectos

O disseminador é encarado pelo repositório Fedora, como um construtor de metadados que é utilizado para descrever como um cliente poderá aceder ao conteúdo dentro de um objecto. Novamente, para o disseminador é indiferente que o conteúdo esteja armazenado dentro do repositório ou que esteja remotamente e seja referenciado pelo objecto.

Sumariamente poderá definir-se um disseminador como um componente que é adicionado a um qualquer objecto, que une um conjunto de comportamentos, no contexto desse objecto. Os propósitos do disseminador passam por produzir extensões de funcionalidades baseadas em Web services, para o objecto. A junção de disseminadores com objectos envolve as seguintes ligações:

- Da perspectiva do cliente, o disseminador aumenta o conjunto de pontos de acesso, que estão disponíveis sob o objecto e não apenas os pontos de acesso directos ao conjunto de *datastreams*. O disseminador associa operações de serviço definido pelo comportamento *bDef* associado ao objecto. Assim é possível criar múltiplos disseminadores com operações de múltiplos *bDefs*, que podem ser adicionados a um objecto individual, ampliando-o na perspectiva do cliente.
- Estabelece a ligação entre os perfis de dados do *bMech* com *datastreams* específicos do objecto. Os conteúdos dos *datastreams* desempenham o papel de "entrada" para o serviço definido pelo perfil. Deste modo, os tipos de formato do *datastream* devem coincidir com os tipos especificados pelo perfil de dados.
- Define como uma invocação de uma operação associada ao *bDef* que é traduzida para um URL que invoca os serviços Web registados pelo *bMech*.

Para ilustrar as ligações estabelecidas pelo disseminador dentro do repositório Fedora (figura 27), este é apresentado como uma componente fora da camada "Fedora". Na verdade, o disseminador é parte integrante da arquitectura do Fedora, como indica a sua cor partilhada com a camada Fedora.

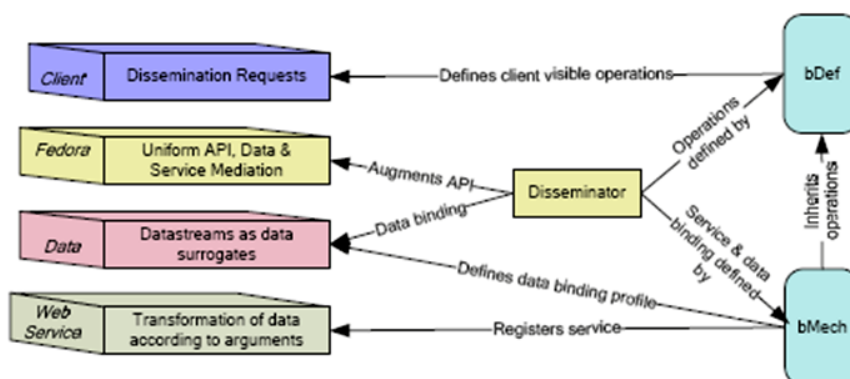


Figura 27 – Contexto das ligações relacionadas com a utilização de disseminadores

Pela figura, é possível perceber a interação do Fedora com os *datastreams* do objecto e com os *Web services*, em resposta a um pedido de disseminação. Quando um cliente faz uma solicitação à API do Fedora (por exemplo, por URL), o disseminador invoca o respectivo serviço Web, através de um URL, com os respectivos processamentos dos dados empacotados em *datastreams*, e que estão vinculados ao disseminador e envia uma resposta ao cliente através do Fedora.

5.4. Objectos educativos e os seus metadados

Depois de conhecermos os modelos de funcionamento do repositório Fedora e da sua arquitectura, surge agora a necessidade de traçar orientações para tornar o repositório TREE compatível com os objectos educativos nas tarefas de armazenamento e de preservação.

Rapidamente podemos constatar a importância da utilização de uma norma de metadados, para guardar as informações descritivas dos conteúdos. Um caso prático que mostra essa importância ocorre se dois autores utilizam diferentes esquemas de metadados. Assim quando os dois autores iniciam as tarefas de pesquisa de objectos, para reutilizar nas suas soluções, o mais provável é não conseguirem achar o outro objecto existente. Do mesmo modo, sem um conjunto rico de metadados, as tarefas de pesquisa podem não satisfazer as necessidades dos seus utilizadores.

O certo é que para existir a reutilização de objectos educativos, é necessário disponibilizar ao utilizador um tipo de acesso que permita transformar o conteúdo, ou seja, o utilizador precisa com relativa facilidade poder encontrá-lo e recuperá-lo. Para isso é importante que o objecto esteja devidamente catalogado, organizado, e disponível em algum tipo de repositório. Então, ao armazenar um objecto educativo num repositório, é necessário fornecer informações descritivas sobre ele, para que o sistema o possa classificar e catalogar, adequadamente.

Com isto, a organização IEEE, definiu uma norma de metadados para os objectos educativos, denominada LOM. Este conjunto de metadados pode ser utilizado por qualquer pessoa na implementação de objectos educativos. Além disso o esquema prevê ainda a inclusão de formas de alargar e adaptar os metadados de forma a caber na especificidade de cada implementação.

5.4.1. LOM

A utilização deste conjunto de metadados é adequada quando pretendemos descrever objectos educativos, visto que esta norma insere-se no panorama educacional e cobre diversos aspectos desde a autoria, detalhes técnicos do tipo de conteúdo, ou assim como o contexto educacional onde se insere.

Para isso a norma LOM define nove categorias de elementos, organizados segundo uma hierarquia e perfazendo um total de 58 elementos activos de dados simples. Além disso, disponibiliza um extenso manual onde especifica cada um dos seus 77 elementos, onde cada elemento é visto sobre as perspectivas do seu tamanho, tipo de dados aceites, valores esperados e exemplos de utilização, entre outros.

Deste modo ao adoptarmos a norma LOM são fornecidas as especificações necessárias para a caracterização de objectos educativos de uma forma consistente, permitindo assim a criação e a organização de colecções de objectos com dados heterogéneos, no que diz respeito à sua informação descritiva. A norma LOM especifica elementos que servem para descrever desde os aspectos técnicos do conteúdo, como o tipo de formato do conteúdo através do elemento *4.1 Format*, até aos aspectos educacionais, através do elemento *5.6 Context*, que descreve o contexto de utilização do objecto educativo. Na figura seguinte podemos verificar uma representação de todos os elementos, divididos pelas nove categorias.



Figura 28 – As nove categorias da norma LOM e os seus elementos

A questão crítica que colocamos na utilização de um perfil de metadados baseado na norma LOM, reside em como obter os seus valores (dados) para tornar eficiente a procura e recuperação do objecto. Para isso é importante desenvolver uma aplicação que consiga obter esses valores, sem que o autor seja o único informador desses dados.

Em parte, as preocupações em indexar automaticamente alguns elementos da norma LOM resultam do número extenso de elementos constituintes da norma e que são necessários. Neste caso, quando os processos de catalogação tornam-se longos e complexos ou requerem bastante tempo da parte do utilizador a tendência é ter consequências no impacto deste tipo de aplicações nas instituições. Além disso, no momento de catalogar os objectos, por vezes os valores informados nem sempre são consistentes.

No entanto, existem outros factores que podem contribuir decisivamente na participação do autor neste processo e muitas vezes o autor não preenche os elementos do perfil de metadados porque considera que esta tarefa requer muito tempo e esforço. Outras vezes, acontecem os casos em o utilizador não sabe exactamente que tipo de dados é necessário informar, ou despreza a sua relevância.

Assim como resultado das nossas preocupações podem surgir colecções com catalogações pouco consistentes e omissas, provocando deste modo ineficiências no que diz respeito às tarefas de procura e recuperação dos objectos educativos.

5.4.2. Indexação de informação automática

De forma a tentar solucionar este tipo de problemas, alguns estudos e pesquisas recentes propõem uma ferramenta para indexar objectos educativos, utilizando metadados LOM e implementados através de RDF (Bourda, 2002). Neste sistema é efectuada uma indexação do perfil do utilizador e da relação entre os objectos. As informações sobre o utilizador e suas preferências são recuperadas da base de dados e as informações sobre as relações entre os objectos são recuperadas dos documentos RDF.

Outro exemplo demonstrativo de um trabalho neste campo é dado pelo repositório KPS, onde a indexação de objectos educativos é baseada na combinação de três técnicas (Cardinaels, 2002):

- Indexação baseada no perfil do utilizador;
- Análise de propriedades dos conteúdos;
- Procura por similaridade.

A primeira técnica utiliza as informações do perfil do autor, para inferir automaticamente essas propriedades nos objectos educativos. Através da segunda técnica é possível recuperar os elementos dos metadados de nível técnico do objecto educativo. E por fim, a terceira técnica é aplicada para a reutilização de descrições existentes, que são gerados para um novo

objecto educativo. No momento da estruturação do conteúdo, o sistema recupera os dados de três formas distintas:

- Através da solicitação dos valores dos metadados ao autor;
- De forma semi-automática, quando o sistema sugere uma resposta e solicita a sua confirmação ao autor;
- Automaticamente, com o sistema a recuperar os valores dos metadados.

Deste modo, os metadados são recuperados de acordo com a sua forma de obtenção, como identificamos na figura 30. Um quadrado representa os metadados que são solicitados, um círculo os semi-automáticos e um triângulo indica os automáticos (Mariusza Warpechowski, 2003).

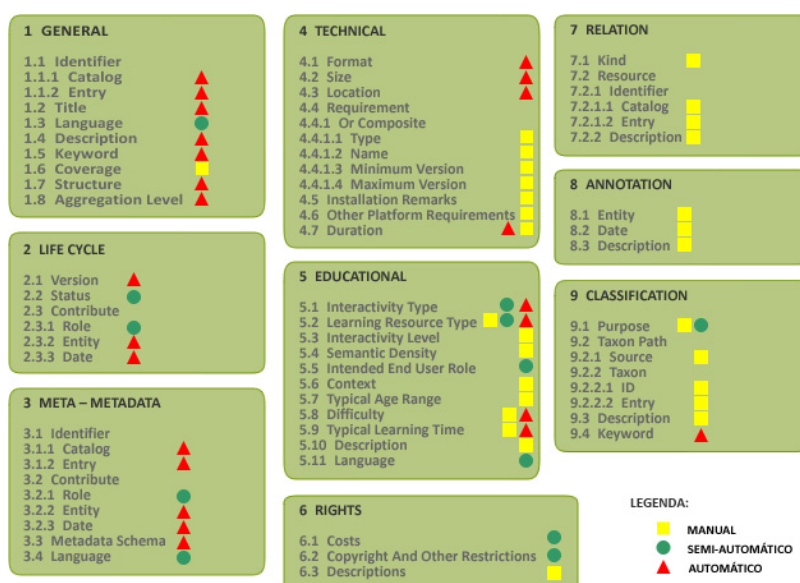


Figura 29 – Metadados da norma LOM de acordo com a sua forma de obtenção

Alguns elementos que requerem o seu preenchimento ao autor possuem valores pré-definidos, que ficam disponíveis para escolha, como o elemento 3.4 *Language*, que caracteriza a língua das descrições dos metadados e que possui os seguintes valores: “pt”, “en” e “es”. Outro caso em que o utilizador é solicitado como informador acontece no elemento 6.3 *Description*, que descreve as condições dos direitos de autor do objecto educativo, e neste caso não possui um valor pré-definido.

A obtenção semi-automática de alguns elementos do perfil de metadados dá-se através das inferências do sistema, que são baseadas nas informações do objecto educativo e no contexto em que ele está inserido. Um exemplo é o elemento 2.2 *Status* que descreve o estado actual do objecto. Neste caso o sistema pode inferir o valor “final”, pelo facto do autor já estar a disponibilizar o objecto no repositório. Caso o autor não concorde com esse valor pode alterar a resposta dada pelo sistema. Quando o utilizador descreve um novo objecto educativo o sistema também pode utilizar um template de metadados, baseado num objecto similar (mesmo autor, mesma disciplina) que foi descrito anteriormente, para sugerir uma resposta ao autor.

Como consideramos anteriormente, a obtenção automática pode ser realizada de três formas: através da análise do conteúdo do objecto educativo; através da consulta a uma base de dados; e pela predefinição de metadados. Analisando o ficheiro do objecto educativo, é possível automatizar os elementos, como o 4.1 *Format* e o 4.2 *Size*. Através de consultas à base de dados do sistema podem ser recuperados entre outros, os elementos, 1.5 *Keyword* e 5.8 *Difficulty*. Alguns metadados podem ser predefinidos, como é o caso do 3.3 *Metadata Schema*, que terá valor “LOM v1.0”.

Por último, alguns elementos podem ser adquiridos tanto semi-automaticamente como pela solicitação do valor ao utilizador, como é o caso do 5.8 *Difficulty*; se for um exercício o sistema recupera os metadados da base de dados mas se for um conceito, será solicitado o preenchimento ao utilizador. O mesmo ocorre com o elemento 5.9 *Typical Learning Time*; se o objecto educativo for um vídeo é possível recuperar o seu valor automaticamente, mas se for uma imagem, terá de ser o autor a informar o sistema.

No entanto, todos os elementos são opcionais e o autor informa os que considerar relevante. Isso também se aplica para a recuperação semi-automática; no entanto, deverá optar-se por políticas que definam a utilização de um número mínimo de elementos obrigatórios para garantir um mínimo de consistência na catalogação.

Um requisito importante, em relação ao modo de como os metadados dos objectos educativos são armazenados nas bases de dados dos repositórios, é permitir exportações desses dados para XML. Dessa maneira será possível reutilizar os objectos educativos no próprio ambiente ou em outros ambientes de aprendizagem e o desenvolvimento de novos serviços.

6. Implementação

Ao longo dos capítulos anteriores, procurámos demonstrar de que forma a aplicação proposta na presente dissertação poderá constituir um contributo no sentido da implementação de políticas e práticas de uso de objectos educativos, em instituições de ensino superior. Além desse objectivo, o repositório TREE pretende ser um local que permita a toda a comunidade de autoria da instituição ISEP armazenar, organizar e preservar a sua propriedade intelectual. Hoje são elevadas as expectativas de as instituições de ensino superior fornecerem novas ferramentas que possam integrar nos seus processo de ensino e aprendizagem para inovar, flexibilizar e preservar a transmissão de conhecimento, entre os seus intervenientes.

No quarto capítulo, apresentámos as especificações a que deve obedecer o sistema projectado para funcionar como repositório TREE. Assim, procurámos desde logo mostrar as funcionalidades que são requeridas pelos vários intervenientes (clientes). Dessa maneira, analisámos o tipo de estrutura necessária para o projecto do repositório, estabelecendo as suas limitações, para identificar directrizes que conduzissem à implementação do repositório TREE, na instituição ISEP.

No quinto capítulo, abordámos os conceitos, modelos e arquitectura dos repositórios desenvolvidos, com o software Fedora. Por outro lado, também abordámos os requisitos exigidos para a adopção de um perfil de metadados baseado na norma LOM.

Ao longo deste capítulo iremos focalizar a implementação do modelo desta plataforma. Neste caso como se trata da adaptação e utilização de uma plataforma já existente, o desenho passa por decidir como interligar e personalizar componentes requeridos e como desenvolver novas funcionalidades. Por isso descrevemos a arquitectura geral da aplicação, procurando apresentar a forma como se procedeu à implementação do modelo proposto.

Para tal, faremos uma abordagem das tecnologias de suporte previstas no sistema e do modo como estas poderão melhorar o desempenho deste ambiente de aprendizagem, focando os seus potenciais intervenientes (alunos, comunidade de autoria e instituição), a aprendizagem em grupo e a construção de conhecimento. Por fim, desvendaremos alguns campos relacionados com as políticas de utilização, para deste modo demonstrar o acesso a cada uma das funcionalidades que a compõem.

6.1. Arquitectura geral do TREE

O repositório de objectos educativos TREE pretende ser inserido num ambiente Web e desenvolvido através de software aberto. O que implica a necessidade de esta funcionar sobre uma infra-estrutura (hardware e software) própria para este tipo de software. Como tivemos oportunidade de salientar anteriormente, um dos principais factores considerados no projecto da arquitectura do repositório foi a preocupação com a independência de plataforma e com o

uso de software livre. Tal preocupação torna, por um lado, o sistema mais aberto e, por outro, permite a reutilização de componentes desenvolvidos no seio da comunidade de software aberto.

Os acessos ao repositório disponibilizados pelo Fedora caracterizam-se por dois modos distintos. Um deles permite uma via de acesso ao repositório por uma plataforma de ambiente Web, através de um *browser* Web que fornece ao utilizador ferramentas para as funcionalidades de procura e visualização dos objectos. O outro modo referenciado disponibiliza um acesso aos serviços de gestão do repositório, em modo *batch*, para ser usado localmente no servidor.

Deste modo, constámos que os acessos disponibilizados pelo Fedora caracterizam-se por uma aparência transparente da sua arquitectura; e que consequentemente as suas ferramentas eram de uso simples e básico. Com estes factores em consideração, tornou-se necessário utilizar uma aplicação que servisse de *front-end* para o repositório Fedora, para o poder expandir, quer na qualidade de acesso, quer nas funcionalidades disponibilizadas.

Portanto efectuámos uma nova consulta à comunidade de desenvolvimento e utilização do Fedora, para localizar alternativas de aplicações de software aberto para funcionar como *front-end* do repositório Fedora. Procurámos deste modo um tipo de arquitectura que fosse de fácil integração, com uma grande capacidade de adequação dos serviços, às necessidades do projecto, e que permitisse a sua expansibilidade em termos de funcionalidades.

Considerando estes aspectos, chegou-se à decisão de utilizar o software Fez para servir de acesso ao Fedora, servindo-se dos seus serviços para aumentar fiabilidade e robustez da preservação de objectos, procurando satisfazer as funcionalidades de gestão (armazenamento e preservação), visualização dos conteúdos armazenados no repositório, através de um acesso via *browser* Web.

Os serviços do Fedora vão pois servir de camada intermédia entre a aplicação Web Fez e a própria base de dados relacional do Fedora (que pode ser do tipo MySQL, Oracle, ou PostgreSQL). Assim, o Fez comunica com a camada intermédia por meio da utilização de Web *services* disponibilizados pelo Fedora e para isso utiliza comunicações SOAP, com classes PHP e chamadas para URL de Web *services* básicos.

Podemos, no entanto dividir este tipo de arquitectura do repositório TREE em três tipos de componentes. O primeiro consiste nas funcionalidades dos utilizadores, através de uma aplicação Web, para a gestão de componentes, como a visualização, o motor de pesquisa, os processos de depósito e os níveis de permissões, entre outras. Estas funcionalidades são processadas pelo Fez com a utilização de uma base de dados relacional MySQL.

O segundo componente engloba os componentes e os mecanismos que servem para gerir os objectos do repositório. Nesta camada o Fedora difunde os seus serviços que possibilitam o armazenamento e preservação dos objectos. E, por último, surgem os componentes que

servem para armazenar os dados, através de uma base de dados relacional PostgreSQL e pela Storage Area Network (SAN).

Na figura seguinte pode-se analisar em detalhe as ligações entre componentes na arquitectura do repositório TREE.

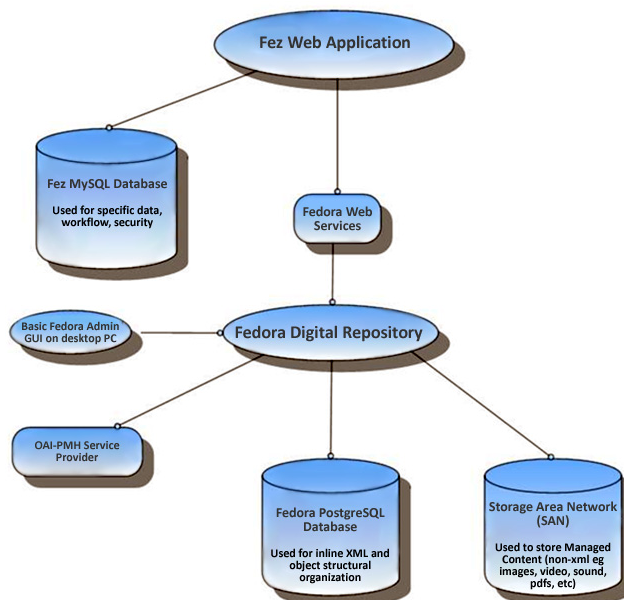


Figura 30 – Arquitectura do repositório TREE com as ligações entre o Fez e o Fedora

Em suma, podemos resumir a arquitectura do repositório TREE, a uma aplicação Web baseada do tipo cliente-servidor, em três camadas (3-Tier), que são desenvolvidas e mantidas como módulos independentes. A primeira camada consiste no interface do utilizador, a segunda define a lógica de negócio e por fim a terceira com as bases de dados e o acesso aos dados.

Depois de definirmos a arquitectura lógica e tecnológica do repositório TREE, chega o momento de considerarmos agora a adopção de um perfil de metadados baseado na norma LOM. Uma vez que o modelo de objecto do Fedora é baseado em *datastreams* e permite adicionar um número indeterminado de novos esquemas de metadados, em camadas, em cada objecto, o modelo seguido pelo TREE passa por adicionar um novo *datastream* para a caracterização dos seus conteúdos.

O desenvolvimento do perfil de metadados, baseado na norma LOM, é feito através das funcionalidades de gestão da aplicação Fez que na sua visão de tipos e modelos de objecto prevê por pré-definição para cada categoria de objectos (comunidade, colecção, conteúdo) o adicionar de um esquema, denominado por FezMD, como se pode verificar na seguinte figura. A aplicação Fez, por outro lado, disponibiliza uma ferramenta que permite ao utilizador desenvolver um qualquer perfil de metadados específico, baseado num esquema XSD.

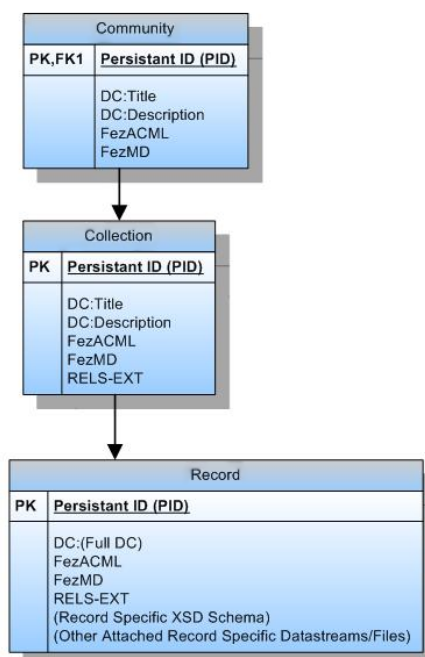


Figura 31 – Arquitectura do modelo de objecto adoptado pelo Fez

Assim, e por último, falta definirmos orientações para a arquitectura de um sistema que permita maximizar as tarefas de depósito pela automatização de preenchimento de elementos, de informação descritiva, do perfil de metadados LOM. Essa arquitectura é baseada no exemplo demonstrado no capítulo anterior. Para isso o processo de automatizar alguns elementos, utiliza dinamicamente a informação relativa ao perfil do utilizador e das características técnicas do objecto, que estão presentes no sistema. Além disso um certo número de campos inclui respostas prévias, para o utilizador apenas confirmar.

6.2. Instalação e configuração do repositório TREE

Para os processos de instalação e configuração do repositório TREE, efectuámos, em primeiro lugar, a preparação de todos os requisitos tecnológicos dos softwares Fedora e Fez. Então com o ambiente do servidor preparado, iniciámos o processo de instalação do software Fedora, sendo seguido, após a sua conclusão, pela instalação do software Fez.

Com esta fase concluída, e com as respectivas configurações das ligações entre o Fez, Fedora e as várias tecnologias de suporte requeridas, iniciámos o processo de personalização da interface gráfica que efectuámos sobre o software Fez. Quando terminámos esta fase, deu-se por concluído o processo de instalação, configuração e personalização das tecnologias, e deste modo foi possível aceder ao repositório TREE, através da Internet, via *browser* Web, bem como às suas funcionalidades, que permitem definir todas as configurações necessárias ao funcionamento do repositório de acordo com as políticas e regras de utilização, realizámos seguidamente o desenvolvimento do perfil de metadados para o funcionamento do repositório TREE.

6.2.1. Desenvolvimento do Fedora

A instalação dos softwares que adoptamos decorreu sobre um servidor com um processador Dual Core Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.40GHz, 1002.4MB de memória e um disco rígido de 227.3 GB.

De referir ainda, que dos sistemas operativos recomendados para a instalação do Fedora, optámos por utilizar o sistema operacional baseado em UNIX/LINUX. A escolha recaiu no sistema LINUX, porque este permite satisfazer todos os requisitos necessários ao funcionamento de ambos os softwares, mas fundamentalmente por se tratar de um sistema operativo de acesso livre. Para isso utilizamos o Linux Ubuntu Jaunty Jackalope, versão 9.04.

As recomendações da documentação técnica do Fedora indicam a necessidade de um servidor de aplicações Tomcat, de um kit de desenvolvimento Java (Java SE Development Kit /JDK 5.0) e de uma base de dados relacionais, que neste caso poderia ser do tipo MySQL, Oracle, ou PostgreSQL.

Optámos pela utilização de um sistema de base de dados PostgreSQL, que fornece a robustez necessária ao correcto funcionamento do repositório, além de ser também de utilização livre. A utilização deste tipo de bases de dados, implica a necessidade da instalação de um driver de comunicação com a base de dados, o JDBC3.

O processo de instalação do Fedora versão 2.2.4 consiste basicamente, na preparação do servidor para a satisfação de todos os requisitos relatados anteriormente, seguindo a configuração da base de dados PostgreSQL, e a instalação do driver JDBC3. Depois disso, o processo, continua com a preparação de variáveis globais do sistema Fedora, do servidor Tomcat e da base de dados PostgreSQL.

Depois de terminarmos todos os requisitos de preparação efectuámos a instalação do Fedora, propriamente dito. Neste processo o utilizador responde a vários pedidos sobre dados de configuração relativos ao servidor e base de dados, além de tomar algumas decisões sobre o funcionamento do repositório TREE.

Ao concluirmos o processo de instalação do repositório Fedora, constatámos o que já dissemos anteriormente, em relação aos meios de acesso. As funcionalidades de gestão dos objectos e do seu modelo são acedidas através de um interface básico de administração em Java despoletado no desktop do servidor.

O outro acesso ao repositório TREE e aos seus conteúdos é através de um acesso disponibilizado via *browser* Web. No entanto esta forma de acesso ao repositório caracteriza-se por ser um acesso básico a um serviço de recolha de dados, para as funcionalidades de procura, navegação e visualização dos conteúdos.

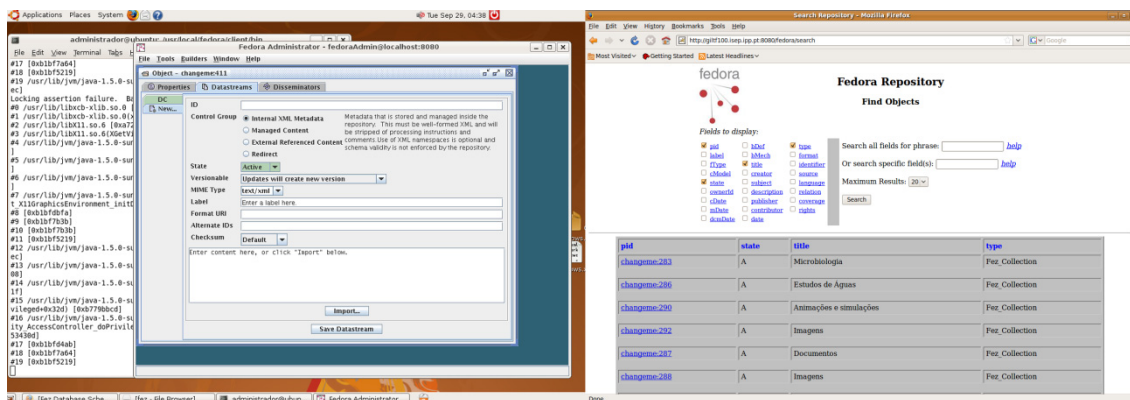


Figura 32 – Interface (Java) de administração e acesso (browser) do serviço de procura

Neste aspecto confirmámos a particularidade do software Fedora, em necessitar de uma aplicação que funcione como *front-end*, ou através do desenvolvimento de serviços especializados. O mercado oferece várias possibilidades para a utilização de aplicações *front-ends*, com funcionalidades distintas, ou tecnologias de implementação diferentes. No entanto, estas ferramentas prevêm em muitos casos a possibilidade de utilizar softwares diferentes para diferentes fins, em conjunto.

6.2.2. Desenvolvimento do Fez

Com o repositório Fedora em funcionamento, iniciámos a implementação do *front-end* Fez. Os requisitos de instalação do software Fez são os que constituem um usual sistema LAMP (apache2, PHP5, e MySQL5). Além desses requisitos também é necessário instalar no servidor vários binários para a conversão de texto/PDF, manipulação de imagens e *codecs* de vídeo, entre outros.

A instalação do software Fez (Fez 2.1 RC3) é efectuada através do *browser* Web, onde o utilizador submete vários dados de configuração do sistema Fez e da sua base de dados, da ligação com o sistema Fedora e das ligações com as diferentes tecnologias necessárias para o seu correcto funcionamento.

Com a conclusão do processo de instalação do software Fez, o repositório TREE encontrava-se correctamente instalado, disponibilizando várias funcionalidades, através de um *browser* Web. Agora, o acesso ao repositório Fedora é efectuado através da aplicação Fez, disponibilizando ao utilizador as funcionalidades de gestão de componentes e de processos do repositório, de políticas de autores, ou simplesmente para o armazenamento de conteúdos. Além das funcionalidades de gestão, o Fez disponibiliza ainda as funcionalidades de navegação e de procura de conteúdos armazenados no repositório Fedora.

Com a conclusão de instalação do repositório TREE, e da sua configuração básica para iniciarmos o funcionamento do repositório, várias tarefas tiveram de ter lugar, visando a construção de um repositório mais apropriado para a comunidade do ISEP. Entre as várias tarefas realizadas destacam-se:

- Detecção e correcção de erros básicos de funcionamento;
- Personalização da interface gráfica ao padrão do projecto TREE (cores, logótipos, entre outros), com especial cuidado em retirar toda a informação redundante típica do software aberto;
- Definição e criação da hierarquia de depósito de conteúdos, comunidades, colecções e conteúdos;
- Definição e criação de perfis de funções e tarefas na utilização do repositório pela sua comunidade;
- Definição de políticas de direitos de autor para o acesso aos conteúdos, com a criação de uma área para divulgação;
- Adequação da estrutura do modelo de objecto, para a criação de metadados, para a utilização do nosso perfil, baseado na norma LOM;
- Implementação do perfil de metadados baseado na norma LOM;
- Adaptação do motor de pesquisa ao perfil de metadados;
- Automatização de certos elementos do perfil de metadados adoptado.

6.2.3. Processo de testes

Com o repositório TREE em funcionamento, o processo seguinte consistiu em efectuar diferentes tipos de testes, tendo como objectivo simular tarefas similares ao futuro funcionamento do repositório. Os testes e integração têm como objectivo avaliar a correcção adequada e funcionamento de todos os componentes do sistema. A verificação consistiu na confirmação de que a implementação do sistema estava conforme a especificação técnica produzida na fase do desenho.

Estes procedimentos foram aplicados a todas as funções da competência do administrador do sistema, a saber, entre outras: gestão de comunidades; administração de colecções; administração de autores e grupos de utilizadores; gestão de políticas (de comunidades, colecções e conteúdos); fluxos de submissão e revisão; modificação de licença de distribuição.

Para o caso de testes sobre o registo de utilizadores (níveis de permissão) e do processo editorial, efectuámos uma simulação do desempenho das funções relacionadas com as comunidades de autores e grupos de utilizadores, através da criação de contas para utilizadores fictícios, com os níveis de permissões previstas nos fluxos de submissão e de revisão de objectos.

Quanto às características editoriais da ferramenta, entre outros foram verificados: o processo de depósito de documentos; os processos de revisão; o acompanhamento dos depósitos de cada colecção; e os níveis de permissões.

Estes testes ficaram a cargo dos membros do desenvolvimento do repositório TREE, e de um grupo restrito da comunidade de autoria do ISEP, pertencente ao projecto TREE. No entanto

existe uma distinção entre esses dois grupos de utilizadores de testes. O primeiro colaborou num processo sequencial e recursivo na detecção de erros de funcionamento que foram corrigidos ao longo do tempo.

A segunda fase de teste consistiu na abertura do repositório a um grupo restrito de utilizadores, que no futuro desempenharão funções atribuídas à comunidade de autoria. Com isto criamos 10 contas de utilizadores com permissão de administradores, para utilizarem o repositório TREE de acordo com as suas futuras funções. Deste modo pretendemos ter como resultado a opinião relativa ao modo de funcionamento do repositório e de possíveis erros ou oportunidades de optimização. Para isso lançamos um inquérito que permitisse traduzir essas questões para uma consequente análise do sistema implementado.

Em suma, o objectivo principal da tarefa de testes caracterizou-se por analisar a adequabilidade do sistema e das funcionalidades disponibilizadas e detectar erros de funcionamento. Nesta fase, uma das incidências da observação consistiu em características operacionais da aplicação como a navegabilidade e a usabilidade, entre outros.

6.3. Desenvolvimento do perfil de metadados baseado na norma LOM

Como observámos anteriormente, além do objectivo de implementarmos um sistema que servisse de repositório, para armazenar e preservar a propriedade intelectual, outro dos objectivos proposto passava por fornecer a possibilidade de armazenar esses conteúdos com descrições de metadados complacente com uma norma da área dos objectos educativos.

Os metadados pretendem dar um significado semântico aos conteúdos para fornecer um contexto ao processo de procura. Assim, como já tivemos oportunidade de ressaltar, o potencial dos metadados surge para aumentar a relevância dos resultados de procura em repositórios. Os esforços sistematizados em promover a interoperabilidade de dados, entre autores e utilizadores, devem permitir que dentro de uma norma possam existir elementos que sejam opcionais, visando dar ao autor do conteúdo a capacidade de “personalizar” o processo de descrição, adaptando deste modo a norma o mais possível às reais necessidades de cada instituição.

Para o repositório TREE, tínhamos como objectivo a adopção de uma norma para objectos educativos, sendo imperativo para isso que o sistema do repositório permitisse a catalogação dos objectos de acordo com essa norma. Como nas versões base do Fedora não contempla um perfil de metadados baseado na norma LOM, esta funcionalidade acabaria por ser desenvolvida pelo projecto.

Os caminhos que traçámos para a implementação do perfil de metadados do repositório TREE, consistiram na criação de uma nova *datastream* para ser adicionada ao modelo de objecto do Fedora. Esta nova camada (*datastream*) é desenvolvida num esquema definido na linguagem RDF. Com isto, o processo de desenvolvimento da norma passa por dar uso das

funcionalidades de administração do repositório, fornecidas pelo Fez. A utilização destas ferramentas possibilitam ao utilizador gerir o modelo de objecto, permitindo criar novos tipos de esquemas de metadados.

Para isso, desenvolvemos, em primeiro lugar, um esquema XSD com a estrutura e regras baseadas na norma LOM. Depois adicionamos esse esquema ao modelo de objecto e ao processo de submissão para o armazenamento de conteúdos do repositório. Por fim, o último passo consiste em atribuir um significado a cada elemento da norma LOM, e para isso definimos para cada campo o seu tipo e a forma de obter dados de preenchimento.

Assim, ao criarmos este perfil de metadados tivemos de o adaptar às necessidades da comunidade de autoria. A nossa própria abordagem à norma LOM baseou-se na personalização e adopção dos elementos da norma de acordo com o esperado funcionamento do repositório TREE, das suas necessidades e de modo a que continue a caracterizar eficientemente o conteúdo como um objecto educativo. Para isso, é necessário considerar aspectos relacionados, entre outros, com os campos obrigatórios, o tipo de dados, múltiplas entradas de dados, ou o suporte de funcionalidades de procura.

Todas estas questões implicam a obtenção de respostas, para deste modo definirmos a nossa própria abordagem do perfil de metadados LOM para o repositório TREE. Como último aspecto, é importante referir que, na nossa abordagem à implementação do perfil LOM, considerámos um conceito muito importante, que consistiu na automatização de elementos do esquema de metadados. Para isso o sistema tem de ter a capacidade de processar informação correspondente do perfil do utilizador e das características técnicas do objecto. Entre os elementos totalmente automáticos e os elementos preenchidos pelo utilizador, o sistema também pode preparar respostas, para um outro conjunto de elementos, que apenas necessita a confirmação dessa informação pelo utilizador.

6.3.1. Criação do perfil de metadados LOM

Ao considerarmos agora o processo de desenvolvimento do perfil de metadados baseado na norma LOM, podemos dividi-lo em três tarefas principais. E para efectuarmos todas essas tarefas utilizámos as ferramentas da área de administração do repositório TREE, fornecidas pelo software Fez.

A primeira tarefa consistiu na criação de um documento XSD, de acordo com a norma LOM. Este documento além de englobar todos os elementos da norma LOM respeita ainda a sua estrutura, definições e restrições para os dados de cada elemento. Neste caso, o Fez permite importar este tipo de documento, que assim pode ser desenvolvido num editor exterior e específico para essas finalidades. Na figura abaixo, demonstramos a estrutura, tipo de dados e ligações entre elementos, da norma LOM.

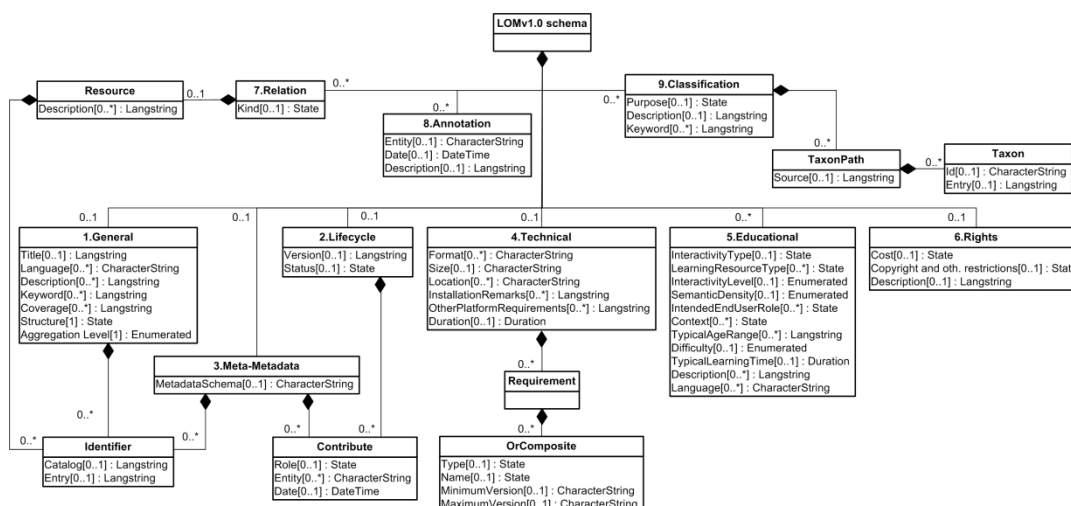


Figura 33 – Estrutura da norma LOM e as relações entre elementos

Depois de completarmos a construção do documento de metadados passámos para a segunda fase, que é traduzida pelo adicionar desse novo *datastream* ao modelo de objecto. Para isso adicionámos esse *datastream*, baseado na norma LOM, ao tipo genérico de documentos caracterizado pelo FOXML. Desse modo, o nosso modelo de objecto pode ser caracterizado como no exemplo da figura seguinte. Neste caso o esquema criado denomina-se por “a3e_version2MD” e o conteúdo armazenado por “chimp.mpeg”.



Fedora Digital Object

Default Disseminator - Item Index View

Object Identifier (PID): changeme:366

Version Date: current

Item ID	Item Description	MIME Type
FezACML	Fez Access Control Markup Language	text/xml
RELS-EXT	Relationships to other objects	text/xml
FezMD	Fez extension metadata	text/xml
chimp.mpeg	A File Attachment Datastream	video/mpeg
DC	Dublin Core Record	text/xml
PremisEvent	Premis Event Datastream	text/xml
a3e_version2MD	a3e_version2 fields	text/xml

Figura 34 – Modelo de objecto implementado pelo repositório TREE

Considerando ainda o exemplo transcrito na figura anterior podemos constatar que os objectos do repositório TREE englobam seis *datastreams* para recolher dados descritivos (técnicos e segurança, entre outros) dos objectos e mais um para guardar o conteúdo submetido. Por exemplo se o conteúdo fosse uma imagem do tipo JPEG, o objecto em vez de ter um *datastream* para o conteúdo teria três, um com a imagem original, outra para produzir uma pré-visualização (menor resolução) e ainda outra para produzir miniaturas da imagem (menor dimensão). Deste modo, de uma forma resumida cada *datastream* considerada no exemplo anterior tem a função de permitir:

- **FezACML:** Definição de políticas de utilização do conteúdo, de modo a permitir ou restringir o acesso a utilizadores ou grupos de utilizadores;
- **RELS-EXT:** Estabelecer ligações com outros objectos;
- **FezMD:** Preservação de informação com relevância para as funcionalidades de administração do repositório;
- **A File Attachment Datastream:** Armazenamento ou referência do conteúdo;
- **DC:** Caracterização do conteúdo através dos elementos básicos da norma Dublin Core;
- **PremisEvent:** Construir um histórico do objecto, para permitir as funcionalidades de controlo de versões do objecto;
- **A3e_version2MD:** Caracterização do conteúdo através da norma LOM.

Entre as tarefas de criar o documento XSD e de o adicionar ao objecto como um novo *datastream* é necessário criar os processos e os métodos de visualização para o esquema de metadados. Depois de criarmos a visualização para o documento XSD, pode-se então estabelecer as propriedades de cada elemento da norma LOM. Esta tarefa permite modificar o modo de funcionamento de cada elemento do esquema, sempre que for desejado.

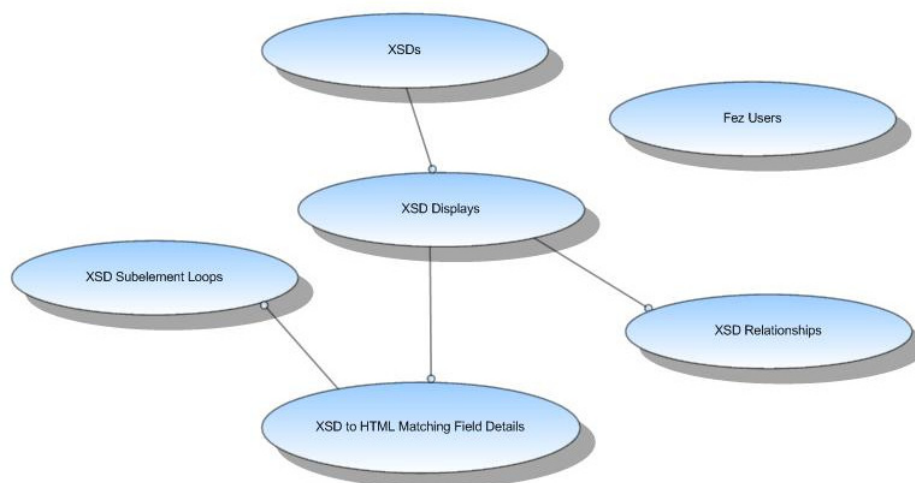


Figura 35 – Arquitectura do Fez para a construção de datastreams de metadados

Nesta última fase efectuámos a correspondência de cada elemento do esquema LOM, com o seu modo de funcionamento, isto é, se o seu preenchimento é manual pelo utilizador, automático, ou semi-automático. Além disso este editor tem como objectivo transformar o elemento XSD num elemento HTML, para se poder construir o formulário das funcionalidades de catalogação e da visualização do conteúdo.

Agora precisávamos de resolver as questões sobre cada elemento da norma LOM, através da definição de parâmetros como o tipo de formulário que vai ser disponibilizado por cada elemento, no processo de catalogação, se este permite múltiplas entradas de dados e ainda se o seu preenchimento é obrigatório, entre outras. Embora o funcionamento da norma LOM ainda não esteja a funcionar de acordo com os requisitos do projecto TREE, está no entanto a caracterizar os objectos do repositório conformes com a estrutura da norma.

6.3.2. Abordagem do TREE ao perfil de metadados LOM

Uma das grandes questões que colocámos, no início do projecto, relativamente à adopção de um perfil de metadados baseado na norma LOM, relacionava-se com as várias opiniões sobre a larga extensão de elementos que necessitam de ser caracterizados pelo utilizador. Como já referimos anteriormente, a norma LOM é constituída por 77 elementos, em que 58 deles requerem a introdução de dados, o que se revela um número elevado de elementos a preencher para a satisfação dos requisitos de caracterização de um objecto educativo, seguindo a norma LOM. Os receios de que este factor fosse influenciar decisivamente a adesão da comunidade de autoria na sua participação no repositório TREE são evidentes.

Deste modo optámos por aprofundar mais o estudo, efectuado anteriormente, sobre a norma CanCore, que é uma norma baseada na norma LOM mas que utiliza algumas simplificações nessa abordagem. Assim através desse estudo conseguimos adquirir a percepção de quais os elementos que teriam um índice elevado de imprescindibilidade, para a correcta catalogação dos objectos educativos. Como se pode ver nos dados da figura abaixo, o CanCore utiliza menos 14 elementos activos que a norma LOM e além disso ainda possibilidades para o funcionamento de alguns desses elementos.

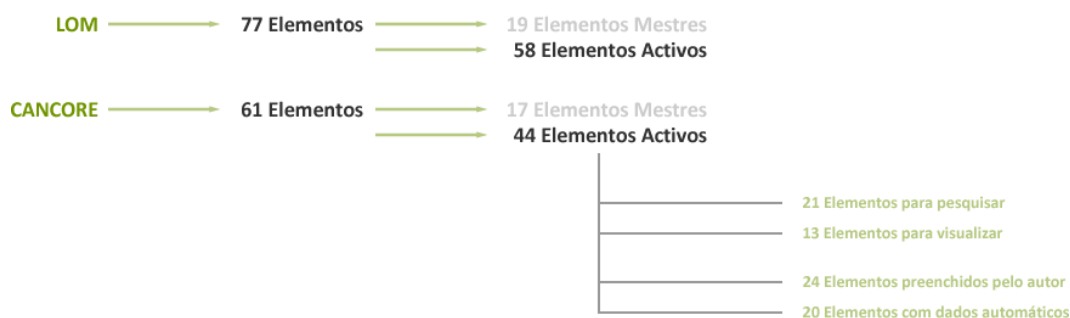


Figura 36 – Abordagem do CanCore à norma LOM

Como resultado, chegámos ao ponto de definir a nossa abordagem da norma LOM, para funcionar como perfil de metadados do repositório TREE no armazenamento de objectos educativos. O compromisso passa por utilizar 49 dos 58 elementos activos da norma LOM, com 10 elementos pesquisáveis, 17 elementos com visualização na descrição do objecto, e com 11 elementos de preenchimento obrigatório.

A opção de excluir 9 elementos deveu-se por não se enquadrarem nas necessidades do ensino nas instituições de ensino superior. Neste processo também considerámos a norma CanCore, que especifica a retirada de 14 elementos activos da norma LOM. Assim os elementos activos que retirámos da norma LOM são: 1.6 – Coverage; 4.4.1.1 – Type; 4.4.1.2 – Name; 4.4.1.3 - Minimum Version; 4.4.1.4 - Maximum Version; 5.4 - Semantic Density; 5.5 - Intended End User Role; 5.6 – Context; 5.7 - Typical Age Range.

Por fim para completar esta fase de personalização do perfil de metadados, falta estabelecermos o tipo de formulários (texto, data, vocabulário controlado, ou números inteiros) necessários para cada elemento e se este permite múltiplas entradas de dados. Para

tomar estas decisões, baseámos a nossa intervenção numa consulta ao manual técnico da norma LOM e para cada elemento adoptado seguimos as suas especificações documentadas (ver Anexo A). De referir que estas definições foram implementadas pelo editor de transformação de elementos XSD em HTML.

6.3.3. Automatização da obtenção de informação de metadados

Com o perfil de metadados do repositório TREE de acordo com a norma LOM, necessitámos de definir quais os elementos que pretendíamos automatizar ou facultar uma resposta para o utilizador confirmar, no processo de armazenamento de um objecto educativo.

Dado que a norma LOM requer procedimentos exaustivos da parte do autor para caracterizar um objecto educativo, acreditamos que ao tentarmos utilizar de uma forma automática as informações presentes no sistema poderemos melhorar o processo de submissão do conteúdo e que deste modo poderemos influenciar, consequentemente, a taxa de sucesso de utilização do repositório TREE.

Para isso utilizámos a informação presente no sistema do repositório referente ao perfil do utilizador que está a submeter o conteúdo. Nesse caso existe informação que facilmente é possível utilizar como por exemplo o nome do utilizador, e-mail, ou função no repositório. Além das informações baseadas no perfil do utilizador o sistema também pode fornecer dados relativos ao estado do objecto, a data do sistema, a catalogação atribuída pelo repositório ao documento, ou as características técnicas do conteúdo.

Por outro lado, também era importante disponibilizarmos, em certos elementos, a previsão de uma resposta comum do utilizador para o sistema poder sugerir uma resposta. Esses campos são considerados, quanto ao modo, como elementos semi-automáticos, em que o utilizador, se não estiver de acordo com a resposta, pode alterá-la.

Para ambos os métodos planeámos um desenvolvimento incremental que numa primeira fase têm como resultado: 16 elementos automáticos; e 7 elementos semi-automáticos. Para o método automático considerámos a informação relativa ao perfil do utilizador, à data do sistema, às características técnicas do conteúdo e estado do objecto, entre outras. Quanto à informação dos elementos semi-automáticos considerámos os direitos de autor, língua, ou a função desempenhada no processo de armazenamento. De referir que 11 dos elementos manuais são obrigatórios para terminar o armazenamento. A figura seguinte ilustra o perfil de metadados baseado na norma LOM e adoptado pelo TREE.

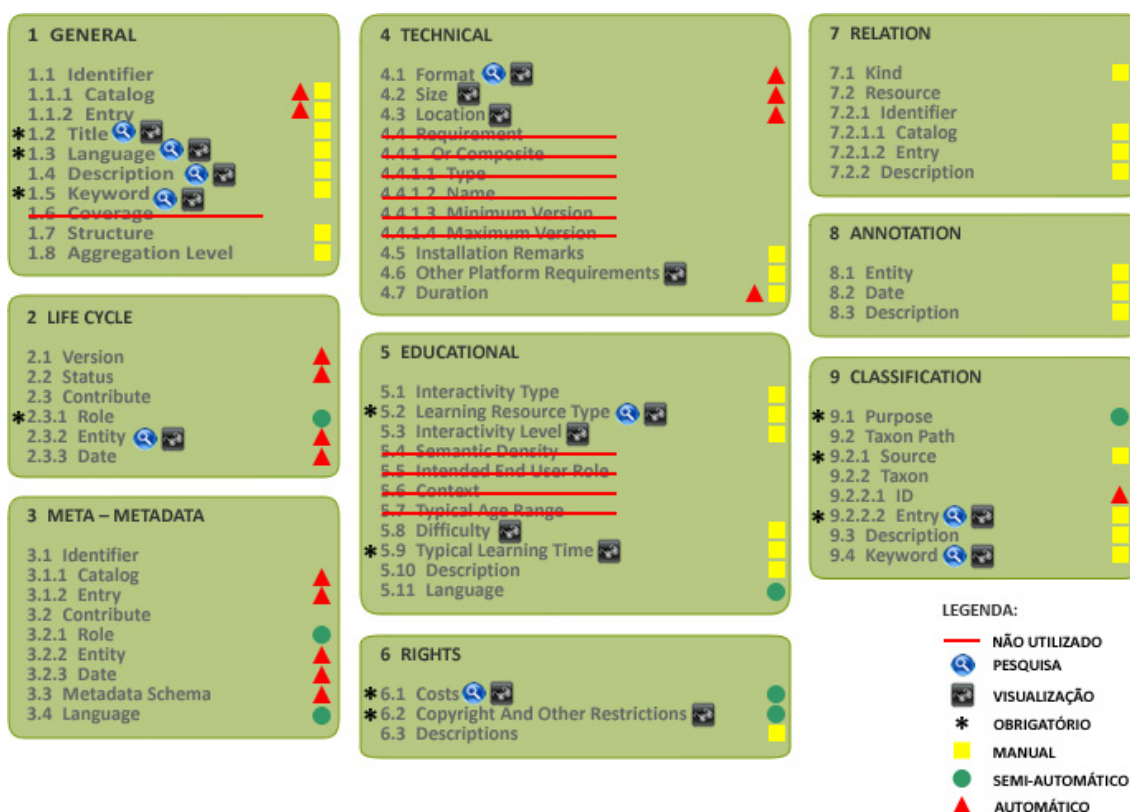


Figura 37 – A abordagem do repositório TREE à implementação da norma LOM

Por fim consideramos que a indexação automática deve passar por aumentar o nível de conhecimento das possibilidades e limitações do repositório, ou seja, com o adquirir de novos conhecimentos o esquema de metadados adoptado sofrerá modificações.

6.4. Concepção gráfica do repositório e a sua navegação

Uma vez que o repositório TREE se engloba nos serviços disponibilizado pelo ISEP terá sempre de corresponder à imagem da instituição. Deste modo, todas as ferramentas que são disponibilizadas tem o intuito de preservar a propriedade intelectual da instituição e para isso necessitam de alcançar elevados índice de satisfação. A navegabilidade do repositório e a sua usabilidade, a sua compatibilidade com as ferramentas mais recentes da Internet e o tipo de conteúdos armazenados, vão contribuir decisivamente para a inovação de ferramentas disponibilizadas pelas instituições de ensino superior.

Actualmente, os utilizadores estão cada vez mais sensibilizados para o aspecto gráfico dos portais Web, o qual pode assumir um papel importante para captar a atenção e mantê-los motivados ao longo da sua utilização. Quando se estabelece uma nova plataforma no aglomerado de vias comunicacionais de uma instituição é impossível dissociar que esta mesma vai transparecer para a construção da imagem cooperativa dessa mesma instituição. Assim o aspecto gráfico ganha uma dimensão na imagem global da instituição devendo deste modo constituir para a construção de valor da instituição.

Por esta razão, a observação de princípios do design na personalização da interface do repositório TREE foi desde logo assumida como um elemento crucial para o sucesso do sistema. É a interface que vai comunicar com os diferentes utilizadores, informando-os da estrutura e facilitando-lhes o acesso a cada um dos elementos que compõem esta plataforma de ensino e aprendizagem. Neste contexto, procurámos estabelecer uma interface que conciliasse as considerações ao nível da estética, da usabilidade, da comunicação e da linguagem.

Dessa forma orientámos a personalização da imagem gráfica do repositório TREE, para os conceitos da homogeneidade tipográfica, interacção regular, zonas com funções fixas e uniformidade icónica, em busca de um sistema com modelos e regras de funcionamento uniformes. Portanto considerámos que um projecto consistente facilita o reconhecimento, a aprendizagem, a localização e, por fim, a utilização do repositório por parte dos seus utilizadores. A uniformização de formatos, localizações e sintaxes torna o sistema mais previsível, diminuindo a incidência de erros e das dificuldades de aprendizagem.

Com estas considerações, o processo de adaptação e personalização do *layout* do repositório TREE consistiu na adaptação do template disponibilizado pelo Fez, de acordo, com a imagem gráfica do projecto TREE (logótipo) que já existia. Para isso efectuámos cinco propostas que foram apresentadas ao grupo de desenvolvimento do projecto TREE. Com a escolha da imagem gráfica do repositório, desenvolvemos todas as modificações de código do Fez (HTML, CSS, PHP, JAVASCRIPT) necessárias à personalização do template de acordo com essa escolha.

Um ponto comum deste desenvolvimento reside no facto de retirar toda a informação redundante que normalmente está presente em plataformas Web de software aberto.

6.4.1. Estrutura das páginas e a sua navegação

A facilidade de acesso aos conteúdos por parte dos utilizadores é um factor essencial para o sucesso de uma plataforma de aprendizagem. O nível de conhecimentos técnicos necessários para desenvolver uma actividade deve ser mínimo ou seja, não deve existir uma barreira tecnológica para a utilização e partilha de conteúdos. Neste sentido, acreditamos que a organização lógica da arquitectura do repositório permite aos utilizadores a construção de modelos mentais que os conduzem a suposições correctas sobre onde encontrar o que desejam e que o desenvolvimento das diferentes actividades é feito de forma adequada.

A estrutura do repositório TREE depende sempre do nível de permissão atribuído ao utilizador e das políticas de utilização do repositório TREE. Assim podemos permitir ou restringir, a determinados utilizadores, o acesso às funcionalidades de gestão, de consulta ou de visualização de conteúdos. Por vezes as políticas de utilização podem resultar das políticas de direitos de autor ou seja, podemos especificar o tipo de acesso ao nível das colecções de objectos, ou dos objectos individuais. Na figura abaixo podemos verificar a estrutura das

funcionalidades disponíveis aos utilizadores que não têm qualquer tipo de permissões especiais de acesso ao repositório TREE.



Figura 38 – Funcionalidades para utilizadores sem qualquer nível de permissões

A navegação, para os utilizadores “anónimos”, caracteriza-se por ser bastante simples e de fácil visualização. Caso não seja restringido o acesso ao nível dos conteúdos, qualquer utilizador pode aceder a todos os objectos educativos armazenados no repositório.

O acesso às “ferramentas administrativas” só é disponibilizado aos utilizadores com nível de permissão de administrador. A figura 40 retrata a estrutura do repositório TREE com o nível máximo de permissões de acesso.

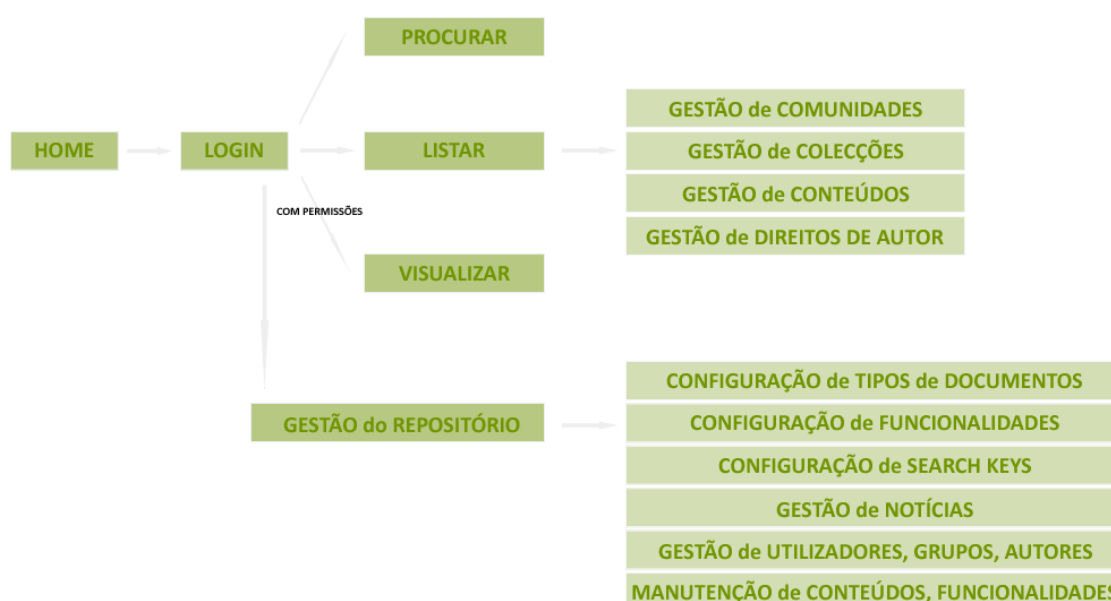


Figura 39 – Funcionalidades para utilizadores com permissão de administrador

O repositório TREE disponibiliza, em primeira instância, quatro níveis de permissão para os seus utilizadores. O primeiro consiste no utilizador normal considerado como anónimo e não necessita de efectuar uma autenticação no repositório.

Além deste tipo pode-se disponibilizar aos utilizadores uma ferramenta de registo no repositório, permitindo assim caracterizar estes utilizadores com um nível superior de permissão. Por vezes, este tipo de utilizador pode ser requerido como forma de estabelecer

algum tipo de direitos de autor, não permitindo assim a visualização de conteúdos aos utilizadores anónimos.

Por último, pode-se definir outros dois tipos de permissões que consistem nas funções de administrador ou super administrador do repositório. A diferença reside nos propósitos de cada utilizador: administrador é adequado para a comunidade de autoria uma vez que só disponibiliza ferramentas de armazenamento e de organização de conteúdos; e super administrador é adequado para a gestão de todos os componentes e ferramentas disponibilizadas pelo repositório.

No entanto, além do repositório permitir definir diferentes tipos de utilizadores, também possibilita o estabelecimento de diferentes tipos de funções e deste modo podemos atribuir funções ou tarefas aos utilizadores com nível de permissão de administrador do repositório TREE. Entre elas estão:

- Listar os conteúdos;
- Visualizar os conteúdos;
- Criar os conteúdos;
- Editar os conteúdos;
- Aprovar os conteúdos;
- Produzir comentário;
- Visualizar comentários;
- Produzir anotações;
- Administrador de comunidades.

Dentro das funções e níveis de permissão disponibilizados pelo Fez, no repositório TREE adoptámos a função de administrador de comunidades que é atribuído a cada representante das áreas científicas, com a responsabilidade de em último caso servir de provador dos conteúdos disponibilizados pela sua comunidade.

Para todos os membros da comunidade de autoria atribuímos o nível de permissão de administrador, uma vez que é necessário para o armazenamento de conteúdos. O autor além de armazenar conteúdos também pode organizar, criar e remover colecções de unidades curriculares da sua área científica.

Por fim as funções de super administrador ficam ao cargo do grupo de desenvolvimento do projecto TREE e não está previsto qualquer tipo de restrição para a visualização de conteúdos.

6.4.2. Interactividade e conteúdos multimédia

Uma experiência interactiva é avaliada pela qualidade e quantidade de interactividade que proporciona. Na utilização de aplicações em ambientes Web, pode-se considerar uma

interactividade bem sucedida como o resultado de uma perfeita combinação entre forma e função.

O primeiro contacto do utilizador com a interactividade de uma aplicação Web faz-se por meio da interface, que é a mediação visual e lógica entre o utilizador e a informação. A sua experiência será baseada naquilo que lhe for proposto. É preciso deixar claro o tipo de conteúdos que se disponibilizam, qual o perfil de utilizadores que se deseja atrair e acima de tudo o valor da informação para o utilizador.

O sistema deve portanto permitir estabelecer a ideia de que o utilizador navega livremente, independentemente de estar submetido a um esquema pré-definido. No repositório TREE, a interactividade está bem presente, pois o utilizador acede à informação livremente através das suas escolhas e todo o processo despoletado pelo utilizador, em busca da informação pretendida, será mediado pelas opções tomadas pelo utilizador.

Mas o repositório TREE não pode ser apenas considerado, quanto aos seus níveis de interactividade, pela sua lógica de navegação uma vez que o repositório permite armazenar objectos educativos de diferentes tipos de conteúdo multimédia e então os seus índices de interactividade aumentam conseqüentemente. Assim, com o armazenamento de conteúdos multimédia, que podem incluir desde vídeos, a animações de experiências, ou simulações interactivas, o repositório TREE aumenta os níveis de interactividade entre os alunos e a instituição, no seu processo de ensino e aprendizagem baseado em tecnologia.

Com isto, a introdução de conteúdos em aplicações Web torna a comunicação mais apelativa para o utilizador na visita ao repositório TREE. Hoje, os avanços tecnológicos que se fazem sentir ao nível das representações gráficas, das animações, das simulações, do *streaming* de vídeo e na disponibilização de informação dinâmica, devem ter reflexos na produção de conteúdos multimédia para que sejam potencializadas as suas características como instrumentos pedagógicos, tanto mais que agora o acesso à banda larga está em processo de expansão.

No repositório TREE podemos armazenar e preservar vários tipos de conteúdos multimédia e além disso os objectos educativos podem disponibilizar um conteúdo em vários tipos de formato, permitindo ao utilizador aceder o seu formato preferido. Desta forma, e como já referimos anteriormente, o repositório TREE também permite armazenar um conteúdo num tipo de formato e associá-lo a várias representações, transformando desta maneira o conteúdo original para outros formatos diferentes. De referir, que no processo de instalação do software fez procedemos à instalação de vários *plug-ins* no servidor para o repositório TREE conseguir efectuar transformações sobre o conteúdo original e para dotar o sistema dos serviços de *streaming* de vídeo, em diferentes tipos de formato.

6.5. Funcionalidade e características da aplicação TREE

Ao longo desta secção iremos proceder à descrição das interacções por parte dos diferentes utilizadores, procurando estabelecer uma correspondência entre as especificações das necessidades do sistema, descrito no quarto capítulo, com a estrutura da arquitectura do sistema implementado.

Deste modo pretendemos, através de uma breve explicação, descrever as funcionalidades das secções mais importantes disponibilizadas pelo repositório TREE aos seus utilizadores. Os processos que aqui descrevemos dizem respeito às funcionalidades básicas que constavam na lista de requisitos para o desenvolvimento do repositório, entre elas, a listagem e visualização de conteúdos, o sistema de procura de conteúdos, o armazenamento e a preservação de objectos, e a gestão do funcionamento do repositório.

De realçar que as funcionalidades disponibilizadas pela secção de gestão do repositório estão acessíveis para os utilizadores que têm permissão de administrador, ou de super administrador. A diferença consiste no facto de o administrador poder aceder às ferramentas que permitem criar comunidades de autores, alterar as permissões de acesso aos conteúdos de acordo com as políticas implementadas pela instituição, ou armazenar objectos educativos. Os utilizadores considerados como super administradores podem realizar todas essas tarefas e ainda aceder a todas as ferramentas necessárias para a configuração de todo o repositório.

Nesta breve descrição existe também o factor muito importante a ressaltar que consiste na questão do nível de permissão atribuído ao utilizador em questão, sendo, deste modo, um possível condicionante no acesso às ferramentas disponibilizadas pelo repositório nas suas diferentes secções. Para isso tentaremos retratar as características mais importantes de cada secção, para os diferentes tipos de permissões.

6.5.1. Ponto de entrada do repositório TREE

A secção inicial basicamente fornece aos utilizadores os caminhos para as diferentes funcionalidades disponíveis no repositório. Nesta secção a diferença relativa ao tipo de permissão do utilizador apenas se distingue pelo acesso às áreas de gestão (administração), pois todos os outros caminhos para as diferentes ferramentas estão acessíveis a todos os tipos de utilizadores.

Nesta secção, além da disponibilização dos acessos para as funcionalidades principais do repositório, o utilizador também tem acesso a dois módulos que estão em posição de destaque. Assim o utilizador pode interagir com um módulo de pesquisa simples (título, resumo e palavras-chave) sobre os conteúdos armazenados, ou navegar num módulo que realça alguns objectos educativos.

Esse nível de destaque deste grupo restrito de conteúdos é atingido quando um objecto educativo pertence ao grupo de conteúdos mais visualizados ou porque as suas palavras-chave são as mais utilizadas na caracterização dos conteúdos. Além destes dois grupos de destaque existe ainda um terceiro, que consiste na listagem dos objectos educativos mais recentes no repositório. Por fim, ainda falta referir o módulo de últimas notícias que permite visualizar os títulos e subscrever o seu acompanhamento através de utilização de tecnologias RSS.



Figura 40 – Secção de entrada do repositório TREE

Ao considerarmos a figura acima que retrata a secção de entrada, os caminhos realçados significam que só estão disponíveis para os utilizadores com um nível de permissão de administração.

No caso de ser o destaque número um, significa que um utilizador considerado como super administrador tem acesso a todas as ferramentas de gestão do repositório, enquanto o utilizador considerado como administrador apenas tem o acesso às ferramentas de gestão de notícias e de utilizadores.

As ferramentas do destaque número dois permitem a organização e o armazenamento dos objectos e são acessíveis para todos os utilizadores considerados com os níveis de permissão de administrador ou super administrador.

Nesta secção, é ainda facultado todo o tipo de informação descritiva relacionada com o repositório TREE e com o projecto CASPOE, que consiste num projecto de investigação relacionado com o desenvolvimento do repositório e da sua utilização.

Em suma, todos os caminhos considerados pelo cabeçalho e pelo rodapé do template do repositório TREE mantêm-se disponíveis para todas as funcionalidades disponibilizadas. Deste modo também é possível aceder à informação sobre as perguntas frequentes da utilização do repositório, das políticas definidas para os direitos de autor e dos contactos do projecto e da instituição ISEP.

6.5.2. O modo de procura de objectos educativos

As tarefas de pesquisa de conteúdos podem ser efectuadas de dois modos distintos. A primeira, como referimos anteriormente, permite efectuar uma pesquisa básica e limitada sobre três campos utilizados na descrição dos conteúdos ou seja, título, resumo e palavras-chave. Este modo de pesquisa é disponibilizado na secção de entrada do repositório e para as outras secções é disponibilizado no cabeçalho do template.

Além disso também existe uma secção para a pesquisa avançada de conteúdos. Aqui o utilizador pode controlar uma pesquisa especializada, através da conjugação lógica e booleana, que pode ser do modo adicional ou exclusiva, dos campos de cada elemento dos metadados considerado como pesquisável por este motor de procura.

tree TEACHING RESOURCES FOR ENGINEERING EDUCATION

isep Instituto Superior de Engenharia do Porto

TREE SPARQL

HOME BROWSE SEARCH LOGIN DEPOSIT ABOUT FAQs

Advanced Search

Search Clear Form

Title, Abstract, Keywords contains

Title contains

Keywords contains Dois Níveis Search Keywords

Language contains

Author Name contains

Description contains

Pid contains

Display Type is any of

Published Date After January 01 2009

(1) Community

Figura 41 – Secção de procura avançada do repositório TREE

Os elementos considerados como pesquisáveis são geridos na área de administrador pelo utilizador com o nível de permissão de super administrador. Com esta ferramenta, o utilizador pode efectuar uma correspondência de um campo pesquisável com o respectivo elemento do perfil de metadados associado ao objecto. Com isto, é possível criar ou modificar os campos de pesquisa disponibilizados nesta secção, tornando assim o repositório adaptável às reais necessidades da instituição.

Um dos reflexos da interligação entre o projecto TREE com o projecto CASPOE é evidenciado nesta secção com a integração de um módulo de pesquisa de palavras-chave. Deste modo, permitimos aos utilizadores a descoberta de novas palavras-chave para serem submetidas no processo de procura de objectos. O motor de pesquisa deste módulo incide em pedidos baseados em tecnologia SPARQL sobre cinco documentos que definem ontologias, numa estrutura RDF. Nesses documentos, os pedidos consistem na procura de palavras relacionadas com o termo submetido pelo utilizador. Deste modo conseguimos aliar um sentido pragmático ao sentido semântico da pesquisa disponibilizada por esta secção.

6.5.3. Navegação pelas colecções de objectos

A secção de listagem permite ao utilizador navegar pelos conteúdos armazenados no repositório, consistindo este modo como que a porta de acesso para a visualização dos conteúdos. Nesta secção podemos ainda implementar regras de permissão para as funcionalidades de listar, quer ao nível das comunidades ou de colecções de objectos, para os utilizadores ou grupos de utilizadores específicos.

Além disso, nesta secção estabelecemos a hierarquia do funcionamento do armazenamento dos conteúdos, que no caso do repositório TREE dividimos por quatro tipos. Assim a estrutura dos conteúdos no repositório fica organizada por comunidades que podem conter várias colecções de objectos que podem ser divididas em várias sub-colecções para armazenarem vários objectos educativos.

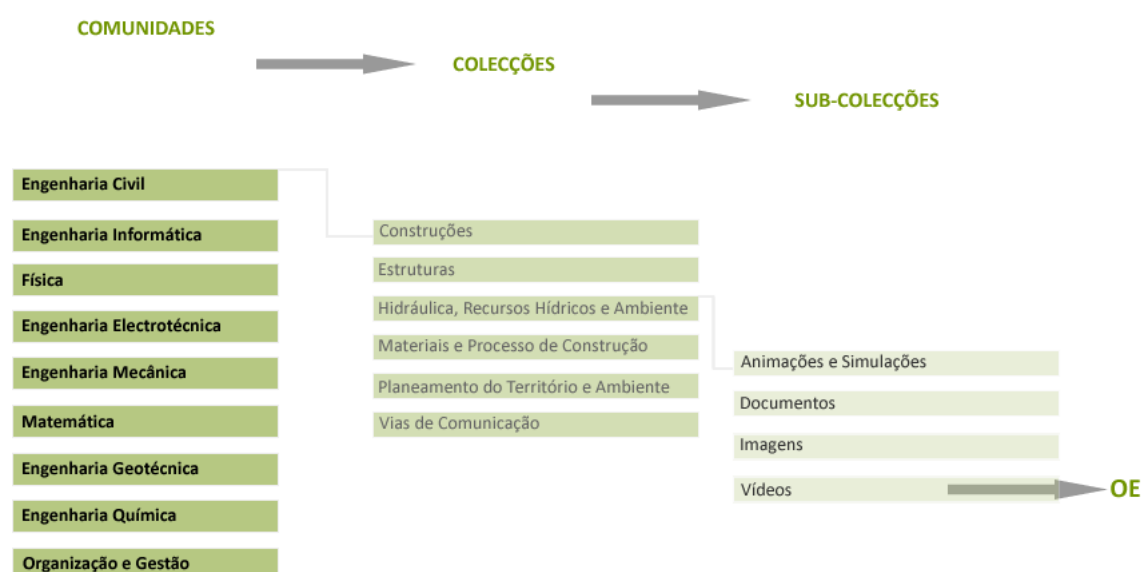


Figura 42 – Secção de listagem de conteúdos do repositório TREE

Considerando o exemplo da figura anterior, constatamos que o primeiro nível (comunidades) consiste em nove áreas científicas. As colecções que criamos dentro de cada comunidade podem genericamente caracterizar-se por englobar temas globais ou assumir o tipo de uma unidade curricular, relacionadas sempre com a área científica em questão.

Para cada colecção considerámos ainda a criação de sub-colecções para englobarem os objectos educativos por tipo de conteúdo, em cada tema (colecção). Assim dividimos os tipos de conteúdo por animações e simulações, documentos, imagens e vídeos. Por último dentro de cada sub-colecção teremos então os objectos educativos.

Com esta divisão de hierarquias o objectivo que pretendemos alcançar consiste no fornecimento de um acesso ao conteúdo de um modo que pode ser previsível do ponto de vista do utilizador.

Para além disso, nesta secção estão disponíveis os acessos às ferramentas que permitem organizar e armazenar os conteúdos no repositório. Deste modo um utilizador com a permissão de administrador consegue para cada uma das camadas da hierarquia dos conteúdos criar, remover, ou editar. Neste caso o utilizador pode ainda definir e estabelecer as políticas do repositório para os conteúdos. Na figura 44, visualizamos a listagem de conteúdos para um utilizador com a permissão de administrador.

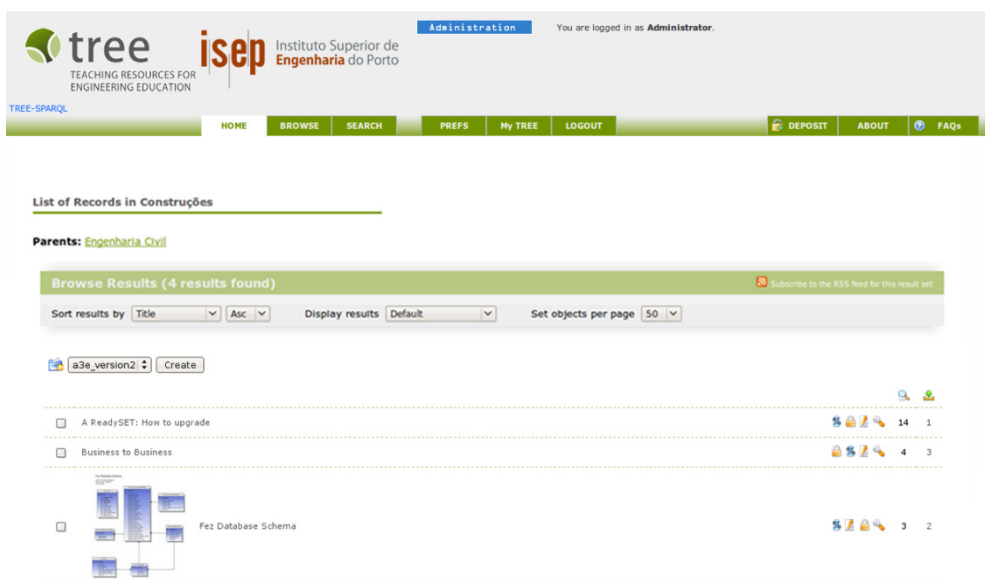


Figura 43 – Secção de listagem de conteúdos do repositório TREE

De realçar ainda que quando um utilizador entra dentro de uma sub-colecção e lista todos os objectos educativos aí presentes, surge a indicação de dados estatísticos relativos ao número de visualizações das descrições do objecto e do conteúdo desse objecto. Neste momento, se o utilizador fizer um pedido de um dos objectos educativos serão iniciadas as funcionalidades que permitem a visualização do conteúdo.

6.5.4. Visualização de objectos educativos

A área de visualização de conteúdos serve acima de tudo para aceder à informação do conteúdo. Deste modo, o utilizador tem de imediato o acesso aos metadados adoptado pelo objecto educativo e ao conteúdo propriamente dito.

Uma consideração no que diz respeito à visualização das informações descritivas do objecto consiste no facto de que nesta área só são disponibilizados os elementos do perfil de metadados que na sua criação foram considerados pela opção de visualização. Com isto, o utilizador só vai ter a visualização dos elementos que consideramos anteriormente com essa funcionalidade.

Além disso a secção de visualização de conteúdos permite aceder à informação do objecto dividida em sete áreas diferentes. Assim o utilizador pode visualizar as relações do objecto com outros objectos, a informação técnica sobre o conteúdo armazenado, os elementos do perfil de metadados, os comentários, as estatísticas, um histórico de alterações do conteúdo e ainda uma pré-visualização do conteúdo.

Fez Database Schema

Document type: a3e_version2
Collection: a3e_version2 - LOM - Collection Test
Browse Collection: [Prev: Business to Business](#)
[Next: fdDFDSF](#)

Preview (click the image for a larger/higher quality version)



Attached Files

Name	Description	MIMEType	Size	Downloads
	FezDatabaseSchema.jpg	A File Attachment Datastream	image/jpeg 100.98KB	2

Title Fez Database Schema

general.Language en

general.Keyword Fez-2.1_rc3

general.AggregationLevel 3

lifeCycle.Contribute.Role author

lifeCycle.Contribute.Entity BEGIN:VCARD VERSION: 3.0 FN:Joe Friday EMAILTYPE=INTERNET:jfriday@host.com ORG: ISEP END:VCARD

lifeCycle.Contribute.Date 1994-11-17

technical.OtherPlatformRequirements runtime X

technical.Duration PT1M45S

educational.LearningResource.Type diagram

educational.InteractivityLevel low

educational.IntendedEndUser.role learner

educational.Context school

educational.TypicalAgeRange 15

educational.TypicalLearningTime.Duration PT1H30M

educational.Description Teacher guidelines that come with a textbook.

educational.Language en

rights.Cest no

rights.CopyrightAndOtherRestrictions no

classification.Keyword Fez-2.1_rc3

User Comments

Access Statistics: 3 Abstract Views, 2 File Downloads [Detailed Statistics](#)

Created: Wed, 29 Apr 2009, 05:58:54 EST by [Administrator](#) | [Detailed History](#)

Duas das funcionalidades aqui presentes resultam das definições das políticas de utilização do repositório TREE. A possibilidade de adicionar comentários produzidos pelos utilizadores ao objecto educativo tem de ser estabelecida pelas atribuições de funções aos utilizadores, ou a grupos de utilizadores específicos e do mesmo modo para a sua respectiva visualização. A funcionalidade que permite visualizar o histórico de modificações do objecto tem de ser definida e, caso isso não aconteça, o utilizador não terá esse acesso disponível.

6.5.5. Armazenar objectos educativos

Em primeiro lugar, esta secção depende sempre do perfil de metadados utilizado pelo repositório. Para esse efeito vamos apenas considerar o armazenamento de objectos enquadrado com o perfil de metadados baseado na norma LOM.

Podemos dividir esta secção em quatro grandes áreas. A primeira disponibiliza os caminhos necessários para guardar, submeter para aprovação, ou publicar o objecto educativo. Assim o processo de armazenamento depende das políticas escolhidas ou seja, pode dar-se o caso em que o utilizador não tem permissão para publicar o objecto mas apenas para o submeter à aprovação.

A segunda área serve para efectuarmos a referenciação do conteúdo internamente no repositório, que neste caso pode ser mais do que um ficheiro. Do mesmo modo a terceira área serve também para referenciar os conteúdos mas agora através de apontadores para locais externos ao repositório. Neste caso o utilizador também pode fazer referência a mais do que um conteúdo.

A última área serve para o utilizador efectuar a caracterização de informação descritiva do objecto educativo, através do preenchimento dos elementos requeridos para esse efeito. A seguinte figura ilustra uma parte do perfil de metadados utilizado no processo de armazenamento de conteúdos.

Rights

rights.Cost
Whether use of this learning object requires payment.

rights.CopyrightAndOtherRestrictions
Whether copyright or other restrictions apply to the use of this learning object.

rights.Description
Comments on the conditions of use this learning object.

Relation

relation.Kind
Nature of the relationship between this learning object and the target learning object, identified by 7.2-Relation-Resource.

relation.Resource.Identifier.Catalog
The name or designator of the identification or cataloging scheme for this entry. A namespace scheme.

relation.Resource.Identifier.Entry
The value of the identifier within the identification or cataloging scheme that designates or identifies the target learning object. A namespace specific string.

relation.Resource.Description
Description of the target learning object.

Annotation

annotation.Entity
Entity (i.e., people, organization) that created this annotation.

annotation.Description
The content of this annotation.

Classification

classification.Purpose
The purpose of classifying this learning object.

classification.TaxonPath.Source
The name of the classification system.

classification.TaxonPath.Taxon

classification.Keyword
Keywords and phrases descriptive of the learning object relative to the stated 9.1-Classification-Purpose of this specific classification, such as accessibility, security level, etc., most relevant first.

Add Links

Description for Link 1
(More Description for Link input boxes will appear as you type)

URL 1
(More URL input boxes will appear as you type)

Upload Files

Description for File Upload 1
(More Description for File Upload input boxes will appear as you type)

File Upload 1
(More File Upload input boxes will appear as you type)

Figura 45 – Exemplo do processo de armazenamento de um objecto educativo no TREE

Ao analisarmos a figura anterior é importante considerarmos que o tipo de cada elemento do perfil de metadados é definido pela norma LOM assim como se o elemento permite múltiplas entradas de dados. Além disso os elementos automáticos não são visualizados pelo utilizador e os semi-automáticos disponibilizam em cada campo considerado como tal uma resposta, que em último caso o utilizador pode alterar.

Por último efectuamos alguns destaques de informação com o intuito de auxiliar o utilizador no preenchimento dos elementos do perfil. Deste modo dividimos visualmente o perfil de metadados nas suas nove categorias e para cada elemento, ainda adicionámos uma breve descrição dos seus objectivos e um exemplo de preenchimento desse elemento. Para o caso dos elementos obrigatórios, que são definidos pela nossa abordagem da norma LOM, considerámos o destaque desses elementos com uma cor diferente dos outros elementos.

6.5.6. Área de administração

A área de administração pode ser acedida pelos utilizadores que tenham um nível de permissão de administrador ou de super administrador. A distinção destes dois níveis de permissão reside no facto de que um administrador apenas tem acesso para as áreas que permitem a gestão de notícias, utilizadores, autores, ou grupos de utilizadores específicos.

No caso em que o utilizador é um super administrador, o repositório oferece várias ferramentas que, para além de englobarem as funcionalidades referidas anteriormente, permitem ainda a utilização de mais duas áreas distintas. Uma para a configuração do funcionamento do repositório e das suas funcionalidades, e outra para a manutenção do repositório e dos seus objectos armazenados.

Em ambos os casos o utilizador tem sempre permissão para participar no processo de armazenamento, organização e preservação dos objectos educativos.

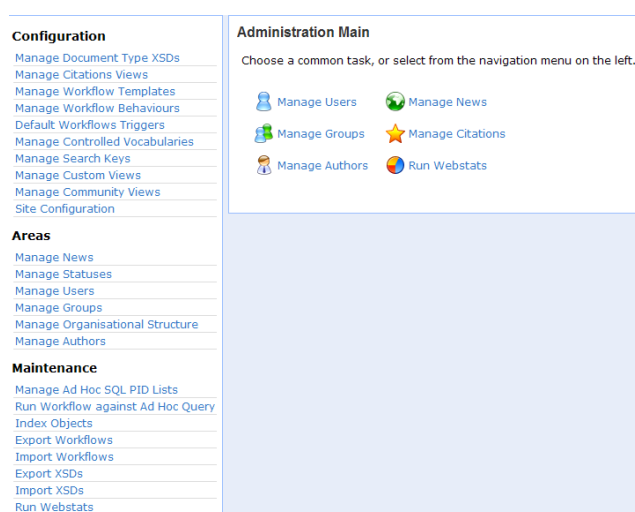


Figura 46 – Secção de administração do repositório TREE

No desenvolvimento do repositório TREE, utilizámos várias dessas funcionalidades de configuração, de modo a conseguirmos personalizar e adequar o seu funcionamento às pretensões do projecto. Entre outras, destacamos as ferramentas que servem para a gestão e criação de novos tipos de documentos XSDs para armazenar os metadados dos objectos, de gestão de citações dos conteúdos, de gestão de elementos para as funcionalidades de pesquisa, de gestão de vocabulário controlado e de configuração do repositório.

As funcionalidades associadas às ferramentas de manutenção do repositório TREE têm como objectivo permitir aumentar a robustez do repositório. Assim o utilizador pode efectuar *backups* dos vários tipos de documentos que servem de metadados ou dos modelos de funcionamento das várias funcionalidades disponibilizadas pelo repositório. Por outro lado, nesta secção também é possível aceder a uma ferramenta que permite descobrir novos objectos armazenados no repositório Fedora, ou ainda para reindexar objectos existentes.

6.6. Avaliação do repositório TREE

As instituições de ensino superior por vezes vivem em ambientes demasiados individualistas e tradicionais em termos de comunicação e colaboração. Por isto, torna-se importante estimular a comunicação e a colaboração educacional, que podem ser alcançadas, como temos vindo a defender, através da utilização de novas metodologias e de tecnologias que promovam o ensino e a aprendizagem baseado na tecnologia como dispositivo de mediação. No entanto, pensamos que para isso se tornar uma realidade é necessário surgirem novas mentalidades por parte de todos os intervenientes no processo educativo da instituição.

Deste modo, para que o repositório TREE seja bem sucedido e alcance os seus objectivos, consideramos ser necessário despoletar alguns processos que possibilitem avaliar o seu impacto educacional, para depois analisarmos os resultados obtidos e, assim, procedermos às optimizações do ambiente de comunicação, da tecnologia desenvolvida, da metodologia e das estratégias de implementação.

Para isso e uma vez que a utilização do repositório engloba vários tipos de utilizadores, com necessidades e objectivos distintos, consideramos o processo de avaliação dividido em três fases que são directamente relacionadas com o processo de abertura do repositório à comunidade de utilizadores.

Neste capítulo, descrevemos assim os métodos projectados, as fases definidas, os objectivos e os grupos de utilizadores considerados como alvo, de acordo com a metodologia que utilizamos para a avaliação.

No entanto, o repositório TREE tem a data de 7 de Outubro de 2009, como data do seu início de funcionamento para toda a comunidade, o que significa que os processos de avaliação

ainda estão a decorrer. Como consequência para a presente dissertação não podemos apresentar os resultados consequentes da avaliação do desempenho global do repositório.

6.6.1. Metodologia

Ao pretendermos avaliar o desempenho do repositório, em primeiro lugar, devemos definir os objectivos pretendidos e os métodos a utilizar, de modo a conseguirmos captar os resultados dessa avaliação. Posteriormente esses resultados podem ser analisados, para então formularmos as considerações sobre o cumprimento dos objectivos do repositório perante os seus intervenientes.

Assim, para o desenvolvimento do repositório TREE e para o seu processo de abertura ao público em geral, estabelecemos três fases de avaliação de acompanhamento desses processos. As duas primeiras fases têm por objectivo permitir melhorar os serviços disponibilizados e efectuar possíveis correcções de falhas de funcionamento do repositório para preparar a sua abertura oficial de uma forma consistente. Esta fase vai decorrer até ao dia 1 de Outubro. Com a última fase de avaliação pretendemos representar os resultados do desempenho global do repositório, dos seus serviços e das suas funcionalidades. Nesta fase, para a apresentação de resultados ter algum significado será necessário deixar decorrer alguns meses após a abertura do repositório, de modo às ferramentas disponibilizadas atingirem um certo nível de maturidade.

Esta divisão também acontece para conseguirmos distinguir duas áreas diferentes relacionadas com o tipo de utilização do repositório, isto é a comunidade de autoria que pretende armazenar os seus objectos educativos e os alunos que pretendem procurar e visualizar esses conteúdos. Além destes dois tipos de utilizadores também podemos ainda considerar um terceiro tipo: a instituição que pretende preservar e divulgar a sua propriedade intelectual.

Ao colocar o enfoque nos tipos de avaliação e nos seus critérios, consideramos ser relevante, para a obtenção de resultados fidedignos englobar ferramentas como as entrevistas ao grupo de desenvolvimento do projecto TREE, inquéritos de avaliação, ou simplesmente o uso de dados estatísticos extraídos do repositório. Para cada uma das fases podemos utilizar um ou mais tipos de avaliação para assim produzirmos conhecimentos que possibilitem a construção de um repositório globalmente mais eficiente nos seus propósitos.

Com isto, a primeira fase consiste numa primeira avaliação em que utilizamos um grupo restrito de utilizadores envolvido no desenvolvimento do projecto TREE. O período que serve de base para esta avaliação pode-se relacionar com a fase de testes e integração do desenvolvimento do repositório. Assim, acompanhámos de perto a utilização do repositório por parte deste grupo de utilizadores, com os objectivos de detectar erros de funcionamento, quer sejam erros do sistema, ou de uma forma mais conceptual e relacionados com os modelos de funcionamento de certas ferramentas.

Para este caso mantivemos algumas conversas informais com alguns dos utilizadores, para percebermos os caminhos possíveis para melhorar as funcionalidades do repositório. Para os objectivos desta fase não englobamos as tarefas de produzir qualquer tipo de resultados sobre o desempenho do repositório, isto é o interesse apenas residia na correcção e optimização das funcionalidades do repositório.

Um dado importante neste processo de avaliação consistiu no facto de não fornecermos qualquer tipo de formação prévia aos utilizadores. Além disso atribuímos o nível máximo de permissões a todos os utilizadores, para dessa forma darmos aos utilizadores a possibilidade de conhecer todas as ferramentas disponíveis no repositório TREE.

A segunda fase distingue-se da primeira pelo nível de conhecimento, por parte dos utilizadores de testes, das ferramentas disponibilizadas pelo repositório. Com isto, pretendemos dotar a comunidade de autoria de capacidades técnicas para as suas futuras responsabilidades e tarefas no desenvolvimento e gestão de objectos educativos. Depois de os utilizadores receberem formação sobre a utilização de ferramentas disponíveis pelo repositório TREE, são então submetidos ao preenchimento de um inquérito de avaliação.

Para este inquérito é preciso ressaltar que não pretendemos efectuar uma avaliação global do desempenho do repositório, mas sim analisar a perspectiva do utilizador perante a possibilidade de vir a utilizar o repositório. Para isso, colocamos questões com o intuito de percebermos que erros de funcionamento detecta, que funcionalidades considera ver melhoradas, se enquadra a definição de políticas do repositório como correctas e se globalmente considera o repositório como o acesso fácil e livre para a divulgação e preservação dos conteúdos desenvolvidos na instituição ISEP.

Com a análise destes resultados pretendemos detectar todos os erros existentes para os poder corrigir posteriormente, ou para optimizar os processos que necessitam de ser melhorados. Além destes resultados óbvios pretendemos ainda conhecer melhor o perfil da comunidade de autoria e os seus conhecimentos relacionados com as áreas envolventes a um repositório de objectos educativos. Desta maneira, estabelecemos para o dia 1 de Outubro, o fim desta fase de avaliação para então, procedermos às devidas correcções antes da sua reabertura de forma oficial, no dia 7 de Outubro, para todos os utilizadores da instituição.

A última fase de avaliação acontecerá depois de alguns meses da abertura do funcionamento do repositório TREE, com os seus respectivos mecanismos de divulgação accionados. Com isto pretendemos que o repositório consiga alcançar a relevância necessária para o cumprimento dos seus objectivos, para não tornarmos a avaliação inconsequente. Nessa altura o repositório será alvo de uma avaliação dividida em dois processos. No primeiro pretendemos disponibilizar a todos os utilizadores do repositório um inquérito de avaliação sobre o desempenho global do repositório e das suas funcionalidades disponibilizadas, onde podemos relacionar as questões tanto com os conceitos de navegabilidade e usabilidade da aplicação, como para caracterizar a sua relevância no contexto da instituição e no auxílio do processo de ensino e aprendizagem.

Na segunda parte desta última fase do processo de avaliação global do repositório, pretendemos captar alguns dados estatísticos que possibilitem retratar o acesso e funcionamento do repositório. Deste modo consideramos ser possível analisar o impacto do repositório e dos objectos educativos. Tipicamente este tipo de dados pode incluir a taxa de colecções vazias de objectos, o número de objectos educativos armazenados, o número de acesso de utilizadores, ou o tipo de conteúdos preferencial dos utilizadores, entre outros.

6.6.2. Análise dos resultados da implementação

Como podemos constatar o processo de avaliação é então dividido em três fases, que acompanham as tarefas de desenvolvimento, integração, abertura e divulgação do repositório. Com isto, para a presente dissertação, apenas consideramos as duas primeiras fases da avaliação e o primeiro inquérito usado na segunda fase.

A primeira fase apresenta como resultados as necessidades de melhoria ou de correcção das funcionalidades disponibilizadas. Embora seja muito relevante para o contexto de desenvolvimento do repositório, já os seus resultados apenas servem para construir um desenvolvimento incremental do tipo testes e integração. Por isso não consideramos para além das modificações efectuadas no repositório outro tipo de representação desta fase de avaliação.

Então o primeiro processo de avaliação com apresentação dos respectivos resultados fica a cargo da segunda fase, que tem como principal objectivo contribuir para a convergência da solução implementada com os objectivos do desenvolvimento. Para isso, realizamos a avaliação do repositório segundo uma metodologia heurística: um grupo de utilizadores, com experiência de docência no ensino e conhecedores da realidade das ferramentas, é convidado a pronunciar-se através de um inquérito realizado on-line, no qual registamos a sua opinião relativamente às funcionalidades, conteúdos, aspectos pedagógicos, interface e a navegabilidade do TREE. O inquérito foi estruturado de acordo com estes factores (ver Anexo B) correspondendo a cinco parâmetros de avaliação, a saber:

- Definição de políticas e futura utilização do repositório TREE;
- Erros de funcionamento detectados;
- Armazenamento de conteúdos;
- Interface gráfica e navegabilidade;
- Sugestões e comentários.

Uma consideração importante surge com o facto de este grupo de utilizadores ser relativamente pequeno. No entanto, as suas considerações continuam a ser de uma relevância muito grande para a avaliação desta fase uma vez que consideramos que mesmo um número pequeno de amostras torna-se relevante quando a sua experiência neste tipo de tecnologias e contexto é um dado prevalecente.

Generalizando, esta fase representa as linhas orientadoras para possíveis optimizações do sistema, ou para a descoberta de novas oportunidades para a criação de novas ferramentas.

Por fim, não apresentamos os resultados do inquérito disponibilizado na segunda fase uma vez que ainda está a decorrer esse processo de avaliação.

7. Conclusões

Neste capítulo, apresentamos várias considerações finais de uma forma resumida e com as quais pretendemos realçar as perspectivas de todo o trabalho realizado. No entanto, ao longo da construção do texto da presente dissertação foram destacadas algumas dessas considerações e outras que não consideramos neste capítulo.

Deste modo, a primeira grande consideração consiste na importância da definição de uma estrutura para o desenvolvimento de um projecto deste tipo, isto é, muitas vezes torna-se menos importante as questões relacionadas com as ferramentas, ou aplicações, que desenvolvemos para disponibilizar aos utilizadores de uma instituição de ensino superior, se todas elas não aparecerem aliadas às definições de políticas de funcionamento do repositório, às actividades de formação dos seus utilizadores e aos actos de divulgação quer interior ou exterior da instituição.

Um dado importante sugerido pelo nome do repositório, TREE– Teaching Resources for Engineering Education, revela que o âmbito dos conteúdos é respeitante às áreas científicas do Ensino Superior da Engenharia. Porém a realidade mostra que para além de ser uma das áreas mais empenhadas no desenvolvimento de inovação para as tecnologias e talvez com utilizadores mais contextualizados com este tipo de ambiente Web, nenhuma outra limitação parece existir.

Desde o início do desenvolvimento do repositório TREE que abordamos estes princípios, para assim conseguirmos alcançar níveis significantes na utilização do repositório pela sua comunidade. O certo é que o sucesso do repositório TREE depende sempre da envolvimento de todos os intervenientes, com a sua comunidade de autoria a efectuar depósitos para aumentar o número de conteúdos armazenados, pois só é possível a procura de conteúdos se estes existirem e permitirem ser descobertos pelos utilizadores.

Além disso a confiança dos utilizadores num serviço depende em grande parte, do impacto que este exerce sobre a sua vida quotidiana e a forma como se mistura nas suas rotinas. Em grande parte esta confiança depende das políticas e boas práticas do funcionamento do repositório e do acesso a conteúdos de valor para os utilizadores.

7.1. Contributos e perspectivas do trabalho realizado

Sob a perspectiva do trabalho que efectuámos, a primeira grande conclusão que podemos efectuar diz respeito à adopção de ferramentas de software aberto. Por vezes, muitos dos projectos de investigação desenvolvidos em instituições de ensino superior só são possíveis com a utilização deste tipo de software, pois o tempo e os custos acarretados pela criação de ferramentas, a partir do nada, torná-los-iam deste modo impraticáveis. Por outro lado, a concepção de sistemas baseados em software aberto permite às instituições “alargar” as suas equipas de desenvolvimento, uma vez que é um dado comum que este tipo de software vive à

custa de comunidades de utilizadores, que se dedicam ao seu desenvolvimento. Assim as instituições podem utilizar ferramentas mais robustas, consistentes e com a possibilidade de em curtos espaços de tempo as actualizar com novas versões.

Um facto comum a todas as opções que considerámos na tarefa de selecção de software é de que nenhuma delas disponibilizava na sua versão base um perfil de metadados baseado numa norma educacional e de acordo com o conceito de objectos educativos. Outro facto é de que normalmente os softwares apenas disponibilizam metadados relacionados com descrições básicas do conteúdo, ou com dados relacionados com a autoria. Assim, quando iniciámos o processo de escolha não orientámos os critérios de selecção para procurar a ferramenta mais eficiente na função de repositório institucional (funcionamento típico).

Os critérios de selecção foram definidos para a escolha de uma ferramenta que permitisse a sua expansibilidade em termos funcionais para deste modo a adaptarmos às necessidades específicas do projecto TREE. Para isso, os repositórios Fedora apresentam uma arquitectura aberta e transparente, na perspectiva do seu funcionamento, disponibilizando meios para o desenvolvimento de novas ferramentas e caminhos para a interoperabilidade com outras aplicações de modo a fornecer o suporte necessário para o intercâmbio de objectos educativos com outros sistemas. Perante isto, as escolhas que efectuámos ao nível das ferramentas de software aberto caracterizam-se de um modo geral como muito positivas.

Outro factor decisivo para a adopção do software Fedora foi a possibilidade de criarmos novos perfis de metadados. Desta maneira, não necessitámos de submeter o funcionamento da caracterização de objectos, aos perfis definidos pelas versões base dos softwares, com isto, pudemos estabelecer o funcionamento do repositório TREE com um perfil de metadados de acordo com as nossas necessidades.

Para estabelecermos o perfil de metadados procurámos uma norma que fosse adequada para a caracterização de objectos pedagógicos e que funcionasse sob a lógica de reutilização de conteúdos. Por isso estabelecemos para o repositório TREE um perfil de metadados baseado na norma LOM pois apresenta vários elementos que permitem descrever os contextos e as actividades educacionais de um objecto educativo. No entanto, com o decorrer da adopção da norma LOM, surgiram algumas preocupações em relação ao tamanho extenso da norma. Então, analisamos as possibilidades de automatizar o sistema, de forma a, o utilizador deixar de ser o único facilitador de informações descritivas do conteúdo do objecto educativo.

As preocupações em procurar alternativas para automatizar o processo de descrição dos conteúdos surgem com o processo de armazenamento de objectos educativos uma vez que a norma LOM é bastante exigente a esse nível. Como consequência disso a comunidade de autoria pode considerar redundante a utilização do repositório. Se as tarefas de depósito forem muito exigentes ao nível de tempo, ou de trabalho requerido, então, o utilizador pode considerar essa tarefa como incompatível com as suas rotinas diárias porque os sobrecarregam com tarefas adicionais.

Perante este problema surgiu a oportunidade de tornar o repositório capaz de recuperar informações, que estão presentes no sistema e são necessárias à caracterização de metadados baseados na norma LOM. Mesmo nos casos em que não é possível automatizar certos elementos, podemos sugerir uma resposta ao utilizador que caso concorde não tem de efectuar nenhuma tarefa adicional. Com isto, alcançamos um sistema mais leve e mais rápido sobre a perspectiva do utilizador e que no nosso caso resulta em 16 automáticos e 7 semi-automáticos, do total de 49 elementos adoptados pelo repositório TREE.

Porém não são apenas as tarefas de depósito, que consideramos como uma possível condicionante na utilização do repositório. A definição de políticas e de boas práticas de utilização assim como, a conservação dos direitos de autor contribuem decisivamente no sucesso do repositório. Quando desenvolvemos as políticas de utilização do repositório procurámos que este consiga manter uma aparência global capaz de fornecer credibilidade junto dos seus utilizadores.

O repositório TREE preserva todos os direitos de autor de cada um dos conteúdos armazenados, para além de definir uma hierarquia para o armazenamento de objectos, simplificado o processo de armazenamento eliminando alguns intermediários (por exemplo, revisor de conteúdos). Quando estas definições de estratégias não surtem efeito, isto é, os utilizadores não armazenam conteúdos, a instituição deve então definir políticas de incentivo e produzir mandatos de auto-arquivo para inverter esse panorama.

Sob a perspectiva da interoperabilidade os caminhos fornecidos pelos softwares utilizados indicam que a expansão de funcionalidades no futuro é uma realidade possível. Para esse efeito analisámos as perspectivas do intercâmbio de objectos entre diferentes plataformas (por exemplo, e-learning) com objectivo de acrescentar valor ao repositório além de alargar o seu alcance. Um exemplo demonstrativo do desenvolvimento de novas funcionalidades e que integrámos no repositório é dado pela nova funcionalidade de pesquisa, em ontologias, de palavras-chave relacionadas com a palavra que o utilizador submeteu, permitindo assim alargar a rede do seu processo de procura de objectos educativos.

Em suma podemos caracterizar o funcionamento do repositório TREE conforme os requisitos previamente estabelecidos e de acordo com o desenho do projecto, onde a navegação prima pela simplicidade para se tornar intuitiva. Como resultado final os utilizadores podem armazenar os seus objectos educativos numa plataforma que permite a preservação a longo prazo. O repositório TREE então, permite as funcionalidades básicas de armazenar, preservar, organizar, procurar, navegar e visualizar objectos educativos.

Como consequência das fases de avaliação ainda não terem terminado, não é possível fazer as considerações finais relativas ao desempenho global do repositório. Também não conseguimos retratar o impacto dos objectos educativos nas instituições de ensino superior, ou dos seus benefícios com a sua reutilização. Contudo, consideramos que ao dotar uma instituição, com esta ferramenta, estamos desse modo a contribuir para a inovação do seu processo de ensino e aprendizagem, enriquecendo-o quer ao nível da disponibilização de conteúdos quer de ferramentas que antes não estavam acessíveis.

7.2. Recomendações e trabalhos futuros

Os desenvolvimentos futuros planeados para o repositório TREE serão encaminhados em várias direcções. Nesse sentido, um passo importante será dado pela contribuição com material para acções de formação e do desenvolvimento de secções que serviam de ajuda e de informação de suporte para o processo de depósito. Também consideramos como necessário desenvolver um serviço de ajuda e esclarecimento sobre os direitos de autor.

Por outro lado, será importante avaliar os resultados do primeiro inquérito, para responder às possíveis falhas, ou ineficiências das funcionalidades. Nesta fase a procura de optimização do processo de depósito deve ser sempre considerada, uma vez que constitui, a nível de processo, uma área em que é requerido ao utilizador algum tempo para o cumprimento dessa tarefa.

Além disso um objectivo presente no desenvolvimento do repositório é proporcionar que o sistema seja conforme normas e aberto para permitir sempre a interligação de novas ferramentas ou plataformas. Com isso, está previsto o desenvolvimento de várias ferramentas, que utilizem o repositório TREE e que acrescentem valor à plataforma, contribuindo assim para a sua inovação.

Existem para esta fase várias ferramentas planeadas e entre elas destacamos a possibilidade de todos os utilizadores pertencentes à comunidade de autoria poderem caracterizar qualquer objecto (independentemente se é o autor desse objecto) através da sugestão de novas palavras-chave que sirvam para caracterizar esse conteúdo. Desse modo, esses resultados permitem estabelecer novos pontos de ligação entre objectos para os adicionar ao módulo de pesquisa como uma nova funcionalidade de procura de conteúdos.

Mas um dos principais objectivos para o futuro do projecto TREE consiste em estabelecer uma ligação entre o repositório e outras plataformas, nomeadamente os sistemas de gestão de aprendizagem (LMS). Esse objectivo consiste no principal motivo para a adopção de normas educacionais (LOM) uma vez que, apenas seguindo uma abordagem para os conteúdos normalizados será possível a interoperabilidade entre diferentes plataformas.

Deste modo para ser possível interligarmos o repositório TREE a uma plataforma do tipo Moodle, necessitamos de transferir de uma plataforma para a outra os conteúdos sob a forma de pacotes IMS. Então a ferramenta que pretendemos desenvolver consiste em transformar os conteúdos num ficheiro comprimido (.zip), que contém o perfil de metadados baseado na norma LOM e o conteúdo do objecto educativo.

Actualmente, a utilização de dispositivos móveis de última geração é um facto incontornável, aliás, o utilizador está cada vez mais preparado para a realidade de visualizar os conteúdos em dispositivos de tamanho reduzido. Desta maneira, consideramos este campo como uma possibilidade de alvo de estudo e que pode constituir um ponto de relativo interesse para o projecto. Então, o desenvolvimento de ferramentas que permitam a utilização do repositório através de dispositivos móveis pode tornar-se num caminho possível para um repositório mais

flexível e inovador. E, desse modo, podemos alargar as fronteiras do conceito aprender em qualquer lugar a qualquer hora.

Também consideramos como possível alvo de estudo no futuro próximo, a criação de uma federação de repositórios, para distribuir as tarefas de produção de conteúdos e os encargos financeiros do desenvolvimento. Além disso, a federação pode permitir vários benefícios, como o alargamento de audiências, a aquisição de novas valências de conhecimentos, possibilidades de investigação colaborativa e multidisciplinaridade de equipas de trabalho, entre outras. A verdade é que este campo apresenta um futuro cheio de oportunidades, mas as dúvidas prevalecem como para o caso da definição das políticas de direitos de autor e como seriam aplicados numa perspectiva de colaboração. Por isso consideramos que antes de se avançar por este caminho é necessário efectuar uma análise detalhada sobre este tema.

Por fim, consideramos que um dos objectivos principais do repositório TREE, na perspectiva do desenvolvimento de trabalho futuros, passa por constituir-se como um objecto passível de futuros estudos de investigação. Deste modo quando um repositório alcança uma posição de relevo na instituição e é alvo de estudos e investigações, proporcionam-se os mecanismos para a construção de novos conhecimentos, que provocam directamente a inovação e a adaptação a novos requisitos.

8. Referências

8.1. Referências na Web

A Guide to Institutional Repository Software.

http://www.soros.org/openaccess/pdf/OSI_Guide_to_IR_Software_v3.pdf (acedido em 05 de 2009).

A Report on Learning Object Repositories. <http://www.canarie.ca/funding/elearning/lor.pdf> (acedido em 01 de 2009).

Amazon Web Services. <http://aws.amazon.com/> (acedido em 05 de 2009).

ARIADNE Foundation for the Knowledge Pool. <http://www.ariadne-eu.org/> (acedido em 10 de 2008).

Ariadne. 2002. ARIADNE Educational Metadata Recommendation, Version 3.2.

<http://ariadne.unil.ch/> (acedido em 10 de 2008).

Ariadne. 2004. ARIADNE Foundation for the European Knowledge Pool. <http://www.ariadne-eu.org/> (acedido em 10 de 2008).

Bibliotecas universitárias brasileiras e a implantação de repositórios institucionais.

<http://www.siglinux.nce.ufrrj.br/~gtbib/site/2009/06/artigomcarmen1-200911pdf/> (acedido em 01 de 2009).

CanCore Learning Resource Metadata. <http://www.cancore.ca/en/index.html> (acedido em 10 de 2008).

CanCore. 2002. Intitutive Metadata Guidelines Version 1.1.

<http://www.cancore.org/documents/> (acedido em 10 de 2008).

Cognitive Design Solutions. 2003.

<http://www.cognitivedesignsolutions.com/Instruction/LearningObjects.htm> (acedido em 10 de 2008).

D'Arcy Norman. 2003. Summarizes David Wiley's Reusability Paradox.

<http://careo.prn.bc.ca/losc/mod2t5.html> (acedido em 10 de 2008).

DCMI. 2001. Dublin Core Metadata Element Set, Version 1.

<http://dublincore.org/documents/dces/> (acedido em 10 de 2008).

Demystifying Learning Technology Standards Part I: Development and Evolution

<http://www.campustechnology.com/Articles/2002/03/Demystifying-Learning-Technology-Standards-Part-I-Development-and-Evolution.aspx?Page=3> (acedido em 10 de 2008).

DSpace open source software. <http://www.dspace.org/> (acedido em 10 de 2008).

EdNA Online. <http://www.edna.edu.au/edna/go/about/services> (acedido em 10 de 2008).

Fedora CommonsTM. <http://www.fedora-commons.org/> (acedido em 10 de 2008).

FezWiki. http://fez.library.uq.edu.au/wiki/Main_Page (acedido em 10 de 2008).

GNU General Public License. <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html> (acedido em 10 de 2008).

IEEE LOM. 2002. IEEE Learning Technology Standards Committee WG12: Learning Object Metadata. <http://ltsc.ieee.org/wg12/> (acedido em 10 de 2008).

IEEE LTSC. 2002. IEEE Learning Technology Standards Committee. <http://www.ieeeltsc.org:8080/Plone> (acedido em 10 de 2008).

IMS. 2001. IMS Global Learning Consortium. <http://www.imsglobal.org/> (acedido em 10 de 2008).

IMS Learning Design Information Model. Version 1.0 Final Specification. http://www.imsglobal.org/learningdesign/ldv1p0/imsld_infov1p0.html (acedido em 10 de 2009).

Introduction to Learning Object Repositories. http://www.irc.gmu.edu/resources/findingaid/twt_guides/repos.htm (acedido em 01 de 2009).

N. Friesen, A. Roberts and S. Fisher, 2002. CanCore: Learning Object Metadata. <http://www.cancore.org/cancorepaper.doc> (acedido em 01 de 2009).

OAI. 2001. Open Access and Institutional Repositories with EPrints. <http://www.eprints.org/> (acedido em 10 de 2008).

Open Source Initiative. <http://opensource.org/> (acedido em 10 de 2008).

Organisation for Economic Co-operation and Development. <http://www.oecd.org/home/> (acedido em 05 de 2009).

Registry of Open Access Repositories. <http://roar.eprints.org/> (acedido em 01 de 2009).

RepositóriUM – implementação do DSpace em português: Lições para o futuro e linhas de investigação. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/679/1/RepositoriUM%20-%20implementa%C3%A7%C3%A3o%20do%20Dspace%20em%20portugu%C3%AAs.%20Li%C3%A7%C3%B5es%20para%20o%20futuro%20e%20linhas%20de%20investiga%C3%A7%C3%A3o.pdf> (acedido em 05 de 2009).

RepositóriUM, repositório institucional da UMinho. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/> (acedido em 10 de 2008).

Review: e-learning and standardisation. <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/02/45/PDF/Fernandes-Emmanuel-2006.pdf> (acedido em 10 de 2008).

SPARQL Query Language for RDF. <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/> (acedido em 05 de 2009).

The Advanced Distributed Learning (ADL). <http://www.adlnet.org/Pages/Default.aspx> (acedido em 10 de 2008).

The Aviation Industry CBT (Computer-Based Training) Committee. <http://www.aicc.org/> (acedido em 10 de 2008).

The Co-operative Learning Object Exchange (CLOE). <http://cloe.desire2learn.com/> (acedido em 10 de 2008).

The Dublin Core Metadata Initiative. <http://dublincore.org/> (acedido em 10 de 2008).

The Fedora Development Team. 2008. Fedora Tutorial #1 Introduction to Fedora Fedora 3.0. <http://www.fedora-commons.org/download/2.0/userdocs/tutorials/tutorial1.pdf> (acedido em 10 de 2008).

The Fedora Development Team. 2008. Fedora Tutorial #2 Getting Started: Creating Fedora Objects and Using Disseminators. <http://www.fedora-commons.org/download/2.0/userdocs/tutorials/tutorial2.pdf> (acedido em 10 de 2008).

The Instructional Use of Learning Objects. <http://www.reusability.org/read/> (acedido em 01 de 2009).

The Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching. <http://www.merlot.org/merlot/index.htm> (acedido em 10 de 2008).

The Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting. <http://www.openarchives.org/OAI/openarchivesprotocol.html> (acedido em 10 de 2008).

8.2. Referências Bibliográficas

Alex Koohang, Kevin Floyd, Julie Santiago and Steve Greene. 2008. Design, Development, and Implementation of an Open Source Learning Object Repository (OSLOR). Issues in Informing Science and Information Technology, vol.5.

Andreas Aschenbrenner, Tobias Blanke, David Flanders, Mark Hedges and Ben O'Steen. 2008. The Future of Repositories? Patterns for (Cross-)Repository Architectures. D-Lib Magazine, v. 14, n.11/12.

B. G Wilson. 1996. Constructivist Learning Environments, Case Studies in Instructional Design. Englewood Cliffs, New Jersey: Educational Technology Publications, Inc.

B. Simon, P. Dolog, Z. Miklos, D. Olmedilla, and S. Michael. 2004. Conceptualizing Smart Spaces for Learning. Journal of Interactive Media in Education, Special Issue on the Educational Semantic Web, vol. 2004.

Betty Collis and Allard Strijker. 2003. Re-Usable Learning Objects in Context. International Journal on E-Learning, vol. 2, no. 4.

C. Jones. 1999. From the sage on the stage to what exactly? Description and the place of the moderator in co-operative and collaborative learning. ALT-J, 7(2), 27-36.

C. A. Lynch. 2003. Institutional Repositories: Essential Infrastructure for Scholarship in the Digital Age. ARL Bimonthly Report.

Chuck Barritt and F. Lee Alderman. 2004. Creating a Reusable Learning Objects Strategy: Leveraging Information and Learning in a Knowledge Economy. John Wiley and Sons.

C. Knight, D. Gašević, and G. Richards. 2005. Ontologies to integrate learning design and learning content. Journal of Interactive Media in Education vol. 2005.

Carl Lagoze, Sandy Payette, Edwin Shin and Chris Wilper. 2006. Fedora: an architecture for complex objects and their relationships. International Journal on Digital Libraries. 124-138.

David A Wiley. 2000. Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A Definition, A Metaphor, and A Taxonomy. <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>.

David A. Wiley and Erin K. Edwards. 2002. Online Self-Organizing Social Systems: The Decentralized Future of Online Learning. Quarterly Review of Distance Education, vol. 3, no. 1.

Douglas MacLeod. 2005. Learning Object Repositories: Deployment and Diffusion CANARIE Discussion Paper. CANARIE.

E. Duval and W. Hodgins. 2004. Metadata matters. Proc. of International Conference on metadata and Dublin Core specifications, Shanghai, China.

E. Duval, E. Forte, K. Cardinaels, B. Verhoeven, R. Van Durm, K. Hendriks, M. Wentland-Forte, N. Ebel, M. Macowicz, K. Warkentyne and F. Haenni. 2001. The ARIADNE Knowledge Pool System: a Distributed Digital Library for Education, CACM, Vol.44, No.5, 73-78.

Eloy Rodrigues, Matilde Almeida, Ângelo Miranda, Augusta Guimarães and Daniela Castro. 2004. RepositóriUM: criação e desenvolvimento do Repositório Institucional da Universidade do Minho. Associação Portuguesa de Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas.

F. Neven and E. Duva. 2002. Reusable learning objects a survey of LOM-based repositories. Proceedings of the tenth ACM international conference on Multimedia: ACM Press.

Fulantelli, Gentile, Taibi and Allegra. 2008. The Open Learning Object Model to Promote Open Educational Resources. Institute of Educational Technology, The Open University.

Gayatri Doctor and Smitha Ramachandran. 2007. Learning Object Repositories An Emerging Knowledge Management Tool for Sharing and Reusing Learning Resources. ICFAI Journal of Knowledge Management.

G. Conole and M. Dyke. 2004. What are the affordances of Information and Communication Technologies. ALT-J, 12.2,113-124.

G. Conole. 2002. Systematising Learning and Research Information. Journal of Interactive Media in Education, nº7. <http://www.jime.open.ac.uk/2002/7/>.

G. van Westrienen and C. A. Lynch. 2005. Academic Institutional Repositories: Deployment Status in 13 Nations as of Mid 2005. D-Lib Magazine, Vol. 11.

I. Azevedo, E. Carrapatoso and C. V. Carvalho. 2007. Caracterização semântica e pragmática de objectos educativos em repositórios. Proceedings of the 9th International Symposium on Computers in Education. Portugal.

I. Azevedo, E. Carrapatoso and C. V. Carvalho. 2007. Effective Characterization of Learning Objects. Proceedings of the Intelligent, Interactive, Learning Object Repository Networks Conference (I2LOR 2007). Canada.

I. Azevedo, E. Carrapatoso and C. V. Carvalho. 2007. Pragmatic Characterization of Learning Objects. Proceedings of the Cognition and Exploratory Learning in Digital Age Conference (CELDA 2007). Portugal.

IEEE. 2002. IEEE Standard for Learning Object Metadata (IEEE Std 1484.12.1TM - 2002). Nova York: IEEE.

Jennifer L. Marill and Edward C. Luczak. 2009. Evaluation of Digital Repository Software at the National Library of Medicine. D-Lib Magazine, v.14, n.5/6.

Johannes Strobel, David H. Jonassen and Ioan Gelu Ionas. 2008. The evolution of a collaborative authoring system for non-linear hypertext: A design-based research study. Computers & Education, v.51 n.1, p.67-85.

José Barrueco and Imma Subirats Coll. 2003. OAI-PMH: Protocolo para la transmisión de contenidos en Internet. Spain.

K. Cardinaels, E. Duval and H. Olivié. 2002. Issues in Automatic Learning Object Indexation. Proceedings of EdMedia- 2002, 239-240.

M. Lytras, A. Pouloudi, and A. Poulymenakou. 2002. Dynamic e-learning setting through advanced semantics: The value justification of a knowledge management oriented metadata schema. International Journal of e-Learning, vol. 1, 49–61.

Mariusia Warpechowski, Maria Aparecida M. Souto and José Palazzo M. de Oliveira. 2003. Techniques for Metadata Retrieval of Learning Objects, Porto Alegre.

Martin Halbert. 2006. Integrating ETD Services into Campus Institutional Repository Infrastructures Using Fedora. International Journal on Digital Libraries.

Nancy Fried Foster and Susan Gibbons. 2005. Understanding Faculty to Improve Content Recruitment for Institutional Repositories. D-Lib Magazine, v. 11 n. 1.

National Archives (Instituto dos Arquivos Nacionais/Torre do Tombo) and University of Minho. 2006. RODA (Repositório de Objectos Digitais Autênticos) Web site. vol. 2006.

OECD. 2005. E-learning in tertiary education. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). <http://www.oecd.org/dataoecd/55/25/35961132.pdf>.

P. Davis and M. Connolly. 2007. Institutional Repositories: Evaluating the Reasons for Non-use of Cornell University's Installation of DSpace. D-Lib Magazine, v.13.

Paulo Santiago, Deborah Roseveare, Gonnie van Amelsvoort, Jorge Manzi and Peter Matthews. 2009. Teacher Evaluation in Portugal OECD Review. OECD.

R. Amorim, M. Lama, E. Sánchez, A. Riera and X. A. Vila. 2006. A Learning Design Ontology based on the IMS Specification. Educational Technology & Society, vol. 9, 38-57.

RLG. 2002. Trusted digital repositories: Attributes and responsibilities. An RLG-OCLC report. May 2002. <http://www.oclc.org/programs/ourwork/past/trustedrep/repositories.pdf>.

R. K. Johnson. 2002. Institutional Repositories Partnering with Faculty to Enhance Scholarly Communication. D-Lib Magazine, v. 8, n.11.

Susan Smith Nash. 2005. Learning Objects, Learning Object Repositories, and Learning Theory: Preliminary Best Practices for Online Courses. Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects, vol.1.

S. Britain and O. Liber. 2004. A Framework for the Pedagogical Evaluation of eLearning Environment. JISC-commissioned report.

T. Boyle. 2003. Design principles for authoring dynamic, reusable learning objects. Australian Journal of Educational Technology, vol.19, n.1, 46-58.

Thornton Staples, Ross Wayland and Sandra Payette. 2003. The Fedora Project An Open-source Digital Object Repository Management System. D-Lib Magazine, v. 9, n.4.

Wiley. 2002. Learning objects - a definition. In: Kovalchick, A., Dawson, K. (Eds.), Educational technology: An encyclopedia, ABC-CLIO, Santa Barbara.

Y. Bourda, B. Doan and W. Kekhia. 2002. A Semi-Automatic Tool for the Indexation of Learning Objects. Proceedings of EdMedia, pp.190-191.

ANEXOS

Anexo A: A norma LOM e a abordagem do CanCore

		CanCore	Key	View	Mult	Create	Auto	Type	R
1	GENERAL	YES							
1.1	Identifier	YES	*						
1.1.1	Catalog	YES			---			Text	
1.1.2	Entry	YES			---		YES	Text	
1.2	Title	YES	YES	YES	*	YES		Text	
1.3	Language	YES	YES	YES		YES		Drop D.	
1.4	Description	YES	YES	YES	*	YES		Text A.	
1.5	Keyword	YES	YES	YES	*	YES		Text	
1.6	Coverage				*			Text	
1.7	Structure							Drop D.	
1.8	Aggregation Level	YES		YES		YES		Drop D.	
2	LIFE CYCLE	YES							
2.1	Version	YES			*	YES		Text	
2.2	Status							Drop D.	
2.3	Contribute	YES	*						
2.3.1	Role	YES		YES	---	YES		Drop D.	
2.3.2	Entity	YES	YES	YES	---	YES		VCARD	
2.3.3	Date	YES			---	YES		DATE	
3	META – METADATA	YES							
3.1	Identifier	YES	*						
3.1.1	Catalog	YES			---		YES	Text	
3.1.2	Entry	YES			---		YES	Text	
3.2	Contribute	YES	*						
3.2.1	Role	YES			---		YES	Drop D.	
3.2.2	Entity	YES			---		YES	VCARD	
3.2.3	Date	YES			---		YES	DATE	
3.3	Metadata Schema	YES					YES	Text	
3.4	Language	YES					YES	Drop D.	
4	TECHNICAL	YES							
4.1	Format	YES	YES	YES			YES	Drop D.	
4.2	Size	YES		YES			YES	Text	
4.3	Location	YES		YES	*		YES	Text	
4.4	Requirement		*						
4.4.1	Or Composite		--- *						
4.4.1.1	Type				---			Drop D.	
4.4.1.2	Name				---			Drop D.	
4.4.1.3	Minimum Version				---			Text	
4.4.1.4	Maximum Version				---			Text	
4.5	Installation Remarks							Text A.	
4.6	Other Platform Requirements	YES		YES		YES		Text A.	
4.7	Duration	YES				YES		Duration	
5	EDUCATIONAL	YES							
5.1	Interactivity Type							Drop D.	
5.2	Learning Resource Type	YES	YES	YES	*		YES	Drop D.	
5.3	Interactivity Level	YES		YES		YES		Drop D.	
5.4	Semantic Density							Drop D.	
5.5	Intended End User Role	YES	YES	YES	*	YES		Drop D.	
5.6	Context	YES	YES	YES	*	YES		Drop D.	
5.7	Typical Age Range	YES	YES	YES	*	YES		Text	
5.8	Difficulty							Drop D.	
5.9	Typical Learning Time	YES		YES		YES		Duration	
5.10	Description							Text A.	
5.11	Language	YES				YES		Drop D.	

6	RIGHTS	YES							
6.1	Costs	YES	YES	YES		YES		Drop D.	
6.2	Copyright And Other Restrictions	YES		YES		YES		Drop D.	
6.3	Descriptions	YES			*	YES		Text A.	
7	RELATION	YES							
7.1	Kind	YES					YES	Drop D.	
7.2	Resource	YES							
7.2.1	Identifier	YES	*						
7.2.1.1	Catalog	YES			---		YES	Text	
7.2.1.2	Entry	YES			---		YES	Text	
7.2.2	Description							Text A.	
8	ANNOTATION	YES							
8.1	Entity	YES				YES		VCARD	
8.2	Date	YES					YES	DATE	
8.3	Description	YES				YES		Text A.	
9	CLASSIFICATION	YES							
9.1	Purpose	YES					YES	Drop D.	
9.2	Taxon Path	YES							
9.2.1	Source	YES					YES	Text	
9.2.2	Taxon	YES			*		YES		
9.2.2.1	ID	YES			---		YES	Drop D.	
9.2.2.2	Entry	YES	YES	YES	---	YES		Drop D.	
9.3	Description							Text A.	
9.4	Keyword	YES	YES	YES	*	YES		Text	

LEGENDA:

CanCore – CanCore Element Subset

Key – CanCore Possible Search Subset

View – CanCore Possible Result Subset

Multi – LOM: Multiple inputs

Create – CanCore Values Supplied by Record Creator

Auto – CanCore Automatically Supplied Values

Type – LOM: Fields DataType

R – Required, Recommended & Optional Elements

R - Required, Recommended & Optional Elements:

	Required
	Recommended
	Optional

*Retrieved from: editor LOMPAD Version 1.0 (Revision 34)

LOM: Fields DataType:

Text – Text Field

Text A. – Text Area

DATE – DateTime

DURATION – Duration

VCARD – vCard, as defined by IMC vCard 3.0

Drop D. – Vocabulary on Drop Down Boxes

Anexo A.1: Exemplo de vocabulário controlado da norma LOM

As informações que aqui apresentamos foram extraídas do editor de metadados, LOMPAD Version 1.0 (Revision 34).

1.3 3.4 5.11 – LANGUAGE		1.7 – STRUCTURE	1.8 – AGGREGATION LEVEL	2.2 – STATUS
Pt		Atomic	1	Draft
Es		Collection	2	Final
En		Networked	3	Revised
Fr		Hierarchical	4	Unavailable
		Linear		

2.3.1 – ROLE	3.2.1 – ROLE	4.1 – FORMAT *- em categorias	4.4.1.1 – TYPE
Author	Creator	Text	Operating System
Validator	Validator	Image	Browser
Unknown		Video	
Publisher		Application	
Educational Validator		Audio	
Technical Implementer		Message	
Instructional Designer		Model	
Subject Matter Expert		Multipart	
Editor			
Initiator			
Terminator			
Content Provider			
Technical Validator			
Graphical Designer			
Script Writer			

4.4.1.2 – NAME *- depende de 4.4.1.1		5.1 – I. TYPE	5.2 – LEARNING R. TYPE	5.3 – INTERACT. LEVEL
Operating System	Browser	Active	Exercise	Very Low
Pc-dos	Any	Expositive	Simulation	Low
Ms-Windows	Netscape	Mixed	Questionnaire	Medium
Macos	IE		Diagram	High
Unix	Opera		Figure	Very High
Multi-os	Amaya		Index	
None			Graph	

5.4 – SEMANTIC DENSITY	5.5 – I. E. U. R.	5.6 – CONTEXT	5.8 – DIFFICULTY
Very Low	Author	School	Very Easy
Low	Teacher	Higher Education	Easy
Medium	Learner	Training	Medium
High	Manager	Other	Difficult
Very High			Very Difficult

6.1 – COSTS 6.2 – COPYRIGHTS		7.1 – KIND	9.1 – PURPOSE
Yes		Is part of	Discipline
No		Has part of	Prerequisite
		Is version of	Idea
		Has version of	Skill Level
		References	Educational Objective
		Is referenced by	Accessibility Restrictions
		Requires	Education Level
		Is required by	Security Level
		Is format of	Competency
		Has format	
		Is based on	
		Is basis for	

Anexo A.2: Exemplo de preenchimento da norma LOM

Este exemplo demonstra as orientações consideradas pela norma LOM no seu manual técnico.

		CanCore	Exemplo
1	GENERAL	YES	
1.1	Identifier	YES	
1.1.1	Catalog	YES	"ISBN", "ARIADNE", "URI"
1.1.2	Entry	YES	"2-7342-0318", "LEAO875", "http://www.ieee.org/documents/1234"
1.2	Title	YES	The life and works of Leonardo da Vinci
1.3	Language	YES	En
1.4	Description	YES	In this video clip, the life and works of Leonardo da Vinci are briefly presented.
1.5	Keyword	YES	Mona Lisa
1.6	Coverage		16th century France
1.7	Structure		Collection
1.8	Aggregation Level	YES	2
2	LIFE CYCLE	YES	
2.1	Version	YES	1.2.alpha
2.2	Status		Final
2.3	Contribute	YES	
2.3.1	Role	YES	Author
2.3.2	Entity	YES	BEGIN:VCARD VERSION:3.0 FN:Joe Friday ... END:VCARD
2.3.3	Date	YES	2001-08
3	META – METADATA	YES	
3.1	Identifier	YES	
3.1.1	Catalog	YES	"ARIADNE", "URI"
3.1.2	Entry	YES	"KUL532", "http://www.ieee.org/descriptions/1234"
3.2	Contribute	YES	
3.2.1	Role	YES	Creator
3.2.2	Entity	YES	BEGIN:VCARD VERSION:3.0 FN:Joe Friday ...
3.2.3	Date	YES	2001-08-23T21:12:00.00Z
3.3	Metadata Schema	YES	LOMv1.0
3.4	Language	YES	En
4	TECHNICAL	YES	
4.1	Format	YES	"video/mpeg", "application/x-toolbook", "text/html"
4.2	Size	YES	4200
4.3	Location	YES	http://host/id
4.4	Requirement		
4.4.1	Or Composite		
4.4.1.1	Type		Operating system
4.4.1.2	Name		Ms-windows
4.4.1.3	Minimum Version		2000
4.4.1.4	Maximum Version		XP
4.5	Installation Remarks		Unzip the zip file and launch index.html in your web browser.
4.6	Other Platform Requirements	YES	"sound card", "runtime X"
4.7	Duration	YES	PT1H30M
5	EDUCATIONAL	YES	
5.1	Interactivity Type		Mixed
5.2	Learning Resource Type	YES	Lecture
5.3	Interactivity Level	YES	Medium
5.4	Semantic Density		Medium
5.5	Intended End User Role	YES	Learner
5.6	Context	YES	School
5.7	Typical Age Range	YES	"7-9", "Adults Only"
5.8	Difficulty		Medium
5.9	Typical Learning Time	YES	PT1M45S
5.10	Description		"Teacher guidelines that come with a textbook.", "Tempo de observação da imagem."
5.11	Language	YES	En
6	RIGHTS	YES	
6.1	Costs	YES	No
6.2	Copyright And Other Restrictions	YES	Yes
6.3	Descriptions	YES	Use of this learning object is only permitted after a donation has been made to Amnesty ...

7	RELATION	YES	
7.1	Kind	YES	ispartof
7.2	Resource	YES	
7.2.1	Identifier	YES	
7.2.1.1	Catalog	YES	"ISBN", "ARIADNE", "URI"
7.2.1.2	Entry	YES	"2-7342-0318", "LEAO875", "http://www.ieee.org/"
7.2.2	Description		The QuickTime movie of the Mona Lisa on the web site of the Louvre museum.
8	ANNOTATION	YES	
8.1	Entity	YES	BEGIN:VCARD VERSION:3.0 FN:Joe Friday ...
8.2	Date	YES	2001-08-23T21:12:00.00Z
8.3	Description	YES	I have used this video clip with my students. They really enjoy being able to zoom in ...
9	CLASSIFICATION	YES	
9.1	Purpose	YES	Educational objective
9.2	Taxon Path	YES	
9.2.1	Source	YES	"ACM", "MESH", "ARIADNE"
9.2.2	Taxon	YES	
9.2.2.1	ID	YES	12
9.2.2.2	Entry	YES	Arts
9.3	Description		A medical instrument for listening called a stethoscope.
9.4	Keyword	YES	Diagnostic instrument

Anexo B: Formulário de avaliação do desenvolvimento do TREE

O presente questionário destina-se a recolher a opinião de toda a comunidade envolvida no desenvolvimento do repositório TREE e têm por objectivo avaliar os aspectos pedagógicos, os conteúdos, as funcionalidades, a interface e a navegabilidade do repositório TREE, contribuindo desta forma para a sua melhoria.

Este inquérito serve também para a contribuição num estudo que está a ser efectuado no âmbito da tese de mestrado intitulada “TREE – Um Repositório de Objectos Educativos de Software Aberto com Perfil de Metadados” que me encontro a desenvolver no Mestrado em Multimédia na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Muito obrigado por colaborar no preenchimento deste inquérito.

1. Definição de políticas e futura utilização do repositório TREE

1.1. Considera promissores a utilização dos conteúdos e das funcionalidades do TREE na preparação das suas actividades lectivas?

POUCO ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 **MUITO**

1.2. Vai participar activamente no armazenamento de conteúdos seus?

POUCO ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 **MUITO**

1.3. Deve ser livre o acesso aos recursos armazenados no TREE?

☐ Livre

☐ Condicionado aos estudantes do ISEP

☐ Misto

1.4. Como encara a possibilidade de um colega seu reutilizar um recurso da sua autoria?

MAL ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 **BEM**

1.5. Vai reutilizar conteúdos dos seus colegas?

☐ Sim

☐ Não

2. Erros de funcionamento detectados

2.1. Identifique o número de erros de funcionamento que encontrou?

ZERO ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ >5 **MAIS DE 5**

2.2. Por favor, descreva os erros encontrados:

2.3. Relativamente às funcionalidades disponibilizadas que aspecto gostaria de ver melhorado?

3. Armazenamento de conteúdos

3.1. Foi difícil armazenar os conteúdos?

DIFÍCIL ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 **FÁCIL**

3.2. Quanto tempo demorou?

MENOS DE 5 MINUTOS ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 **MAIS DE 25 MINUTOS**

3.3. Considera que os seus recursos ficam armazenados num local seguro?

POUCO ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 **MUITO**

3.4. Os seus direitos como autor ficam protegidos?

POUCO ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 **MUITO**

3.5. O processo de descrição do recurso foi adequado?

POUCO ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 **MUITO**

3.6. As descrições pedidas deviam ser em menor quantidade?

POUCO ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 **MUITO**

3.7. Comentários que queira adicionar sobre o armazenamento de conteúdos:

4. Interface gráfica e navegabilidade

4.1. A imagem gráfica preenche os requisitos da representação institucional (ISEP)?

POUCO ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 **MUITO**

4.2. Como foi a navegação no repositório TREE?

CONFUSA ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 **CLARA**

4.3. Foi fácil encontrar a informação?

DIFÍCIL ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 **FÁCIL**

4.4. Como estava organizada a informação?

MAL ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 **BEM**

4.5. Os links eram de compreensão clara?

CONFUSOS ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 **CLAROS**

4.6. A organização geral das páginas era:

CONFUSAS ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 **CLARAS**

4.7. A utilização do repositório TREE, em geral foi:

DESAGRADÁVEL ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 **AGRADÁVEL**

5. Sugestões e comentários

5.1. Como avalia o desempenho global do repositório TREE?

MAU ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 **BOM**

5.2. Que funcionalidades acha que deveriam ser desenvolvidas para o futuro?

5.3. Comentários que queira adicionar sobre o repositório e sua utilização: