

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO



FEUP

Adopção de uma perspectiva de serviços no e-Learning na FEUP

António Alberto Pereira Bandeira

Dissertação realizada no âmbito do
Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Orientadores: Francisco José Oliveira Restivo (Prof. Associado)
Carlos Manuel Cardoso Oliveira (Prof. Auxiliar Convidado)

Julho de 2008

Adopção de uma perspectiva de serviços no e-Learning na FEUP

António Alberto Pereira Bandeira

Dissertação realizada no âmbito do
Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: João António Correia Lopes (Professor Auxiliar da FEUP)

Arguente: Feliz Alberto Ribeiro Gouveia (Professor Associado da Univ. Fernando Pessoa)

Vogais: Francisco José Oliveira Restivo (Professor Associado da FEUP)

Carlos Manuel Cardoso Oliveira (Professor Auxiliar Convidado da FEUP)

25 de Julho de 2008

Resumo

Os sistemas de *e-Learning* encerram em si um conjunto de dificuldades que os tornam pouco atraentes quer para professores quer para alunos, nomeadamente as decorrentes de exigirem uma linguagem específica na sua utilização. A grande mudança de paradigma nos sistemas *Web* nos últimos anos, a chamada *Web 2.0*, veio abrir novas perspectivas aos sistemas de *e-Learning*, no sentido de virem finalmente a ser adoptados por todos os intervenientes no processo de ensino e aprendizagem. A popularidade de aplicações como *blogs*, o YouTube, redes sociais, e outras, criou uma situação em que parece possível finalmente dispor-se de verdadeiros ambientes de aprendizagem baseados na *Web*. Hoje em dia queremos estar sempre ligados a tudo o que gostamos de fazer, partilhamos, vemos e ouvimos, participamos e criamos.

As dificuldades inerentes à circulação de informação entre os sistemas de *e-Learning* e os outros ambientes informáticos em que cada utilizador se move, seja o seu *desktop*, *e-mail*, rede social, etc., criam dificuldades que não ajudam à integração destes vários sistemas no dia-a-dia de cada um. Apesar de existirem muitos modos de levar informação até aos sistemas de *e-Learning*, ainda não existem hoje muitos mecanismos de conseguir extrair informação deles para outros ambientes, causando dependência nos próprios sistemas e nas suas interfaces. Sendo este aspecto decisivo para os utilizadores da *Web 2.0*, aquela que foi em tempos uma solução inovadora no ensino à distância, cada vez mais se parece estar a tornar numa caixa fechada, rígida e inflexível, baseada num conceito desactualizado de produção e partilha de recursos, quando a estratégia para a sua evolução passa por tornar estes sistemas abertos, possibilitando não só trazer de novas formas informação para o seu domínio, como disseminar informação útil à aprendizagem para outros sistemas e ambientes.

Procurando colocar em prática esta estratégia desenvolveram-se dois componentes que abordam este problema por dois lados distintos: o primeiro, focando-se na integração do LMS com os restantes SI da organização, disponibiliza serviços para a partilha de dados entre os diversos sistemas de suporte aos processos de ensino e aprendizagem; o segundo, centrando-se nos utilizadores, aborda o problema no sentido de ser o LMS a percorrer o caminho até aos seus utilizadores, levando-lhes informação útil até aos locais que frequentam e onde gostam de estar digitalmente.

Abstract

Today's e-Learning systems can be somewhat unattractive requesting or even requiring specific language or skills for both teachers as students. The new information and communication frameworks have changed the Web paradigm and Web 2.0 with its tools has brought new perspectives on e-Learning systems and the potential to use them in education. The flourishing and growing popularity of Web 2.0 tools like blogs, YouTube, social networks, amongst others, endorse the idea that true web-based learning environments are now available. We now want to be online with everything we like to do, know, share, watch, listen to, participate in and create.

One can find inherent difficulties trying to move information between e-Learning systems and other systems closely tied to the vast number of user computer environments like the desktop, e-mail, social networks, etc. and these difficulties do not help the integration of all this different and distributed systems in learner's everyday tasks. Despite many different forms to get information into the e-Learning systems, there are no significant ways to retrieve information from them, causing a dependency on both the systems and its interfaces. This by itself can be against most of the connectivity willingness and flexibility that Web 2.0 users wish, and the LMS, once an innovative solution to e-Learning design issues, increasingly appears as a rigid and inflexible system predicated on an outdated model of content creation and distribution. Learning from the new reality introduced by the Web 2.0, we believe that the way ahead is to open these systems not only enabling new ways to bring data into the LMS but also to share and spread useful learning information from the LMS to other systems and platforms.

Two components were developed to accomplish this idea and they operate on two different points of view. The first, targeting the LMS integration with other information systems in the organization, making services available for data sharing and dissemination amongst those systems, and supporting institutional business activities. The second, focusing on the users, brings the LMS to their users, delivering useful information to those places they like and use.

Agradecimentos

Quero deixar desde já o meu sincero agradecimento a todos os que de alguma maneira me ajudaram na construção e escrita destas páginas, ainda que isso não consiga igualar todo o meu apreço. Sem o encorajamento e apoio de muitas pessoas a evolução deste trabalho não teria sido a melhor.

Um grande muito obrigado para o Prof. Francisco Restivo e Eng. Carlos Oliveira, meus orientadores, que foram desde cedo incansáveis e absolutamente empenhados nesta cruzada de mudança de mentalidades. As suas sugestões e constante acompanhamento foram de grande relevância, e a eles devo todo o tempo, esforço, dedicação e orientação que me dispensaram.

Um agradecimento especial à Sofia Torrão, pela amizade e paciência, todo o esforço, ajuda e empenho que ofereceu desde a primeira à última página.

Por fim, à minha família, em especial aos meus pais, por nunca deixarem de acreditar, o meu muito muito obrigado.

António Bandeira

Conteúdo

1. Introdução	1
1.1 Enquadramento e Motivação	4
1.2 Organização e Temas Abordados	4
2. Enquadramento Tecnológico	7
2.1 Visão de Serviços.....	8
2.1.1 Arquitecturas Orientadas aos Serviços.....	8
2.1.2 WebServices na Implementação SOA.....	14
2.2 Especificações IMS.....	18
2.2.1 IMS Enterprise	19
2.2.2 IMS Enterprise Services	24
2.3 Sistemas de e-Learning.....	27
2.3.1 MOODLE.....	29
2.3.2 Outras Plataformas	32
2.4 APIs Abertas	34
2.5 Ajax.....	35
3. Definição do Problema	39
3.1 Contexto.....	40
3.1.1 Sistema de Informação Académico	42
3.1.2 Sistema de e-Learning	43
3.2 Partilha e Disseminação de Informação.....	46
3.2.1 Cooperação Interna entre Sistemas	48
3.2.2 Disseminação com os Utilizadores.....	52
4. Implementação	57
4.1 FEUP IMS Enterprise Enrolment Plugin.....	58
4.1.1 Contexto	58
4.1.2 Enquadramento Lógico de Entidades e Dados.....	61

CONTEÚDO

4.1.3	Requisitos e Funcionalidades.....	63
4.1.4	Uma Solução.....	65
4.1.5	Resumo e Considerações Finais	71
4.2	iMoodle: uma janela para a actividade no LMS	72
4.2.1	Considerações e Requisitos	72
4.2.2	Uma solução	73
4.2.3	Resumo e Considerações Finais	81
5.	Conclusões e Trabalho Futuro	83
5.1	Evoluções	85
	Referências	87

Lista de Figuras

Figura 2.1: Ciclo simples de interacção de um cliente com um serviço	10
Figura 2.2: Ciclo de interacção de um cliente com vários serviços	13
Figura 2.3: Pilha de uma arquitectura de implementação de <i>WebServices</i>	16
Figura 2.4: Diagrama conceptual do modelo de informação IMS Enterprise	22
Figura 2.5: Mecanismo básico de troca de informação usando IMS Enterprise ...	23
Figura 2.6: Modelo de domínio IMS-ES	24
Figura 2.7: Modelo de arquitectura IMS-ES	26
Figura 2.8: Modelo abstracto de troca de mensagens IMS-ES	27
Figura 2.9: Experiência de utilização de Ajax	36
Figura 3.1: Arquitectura lógica de sistemas na FEUP	42
Figura 3.2: Evolução de utilização dos LMS na FEUP	44
Figura 3.3: Evolução da utilização do MOODLE na FEUP	45
Figura 3.4: Ciclo de vida de um curso em <i>e-Learning</i>	48
Figura 3.5: Cenário de utilização de sistemas não integrados	49
Figura 3.6: Cenário de utilização de sistemas integrados	49
Figura 3.7: Visão abstracta de necessidades de utilização	51
Figura 3.8: Características da <i>Web 2.0</i> e do ensino tradicional	53
Figura 3.9: Análise etária de utilização de <i>social networking sites</i>	54
Figura 3.10: Formas alternativas de levar o LMS aos utilizadores	55
Figura 4.1: Uma estratégia de serviços em <i>e-Learning</i>	57
Figura 4.2: Caracterização do domínio académico na FEUP	59
Figura 4.3: Actividades envolvidas na preparação de um ano lectivo	60
Figura 4.4: Actividades envolvidas no decurso de um período lectivo	60
Figura 4.5: Caracterização do domínio MOODLE	61
Figura 4.6: Organização de cursos em categorias no MOODLE	62
Figura 4.7: Casos de utilização de gestão de utilizadores, cursos e inscrições	63
Figura 4.8: Modelo semântico de informação IMS Enterprise	65
Figura 4.9: Conjuntos de funcionalidades de Serviços IMS-ES	67

LISTA de Figuras

Figura 4.10: Uma janela para o LMS na <i>Web 2.0</i>	72
Figura 4.11: Arquitectura lógica iMoodle	74
Figura 4.12: Arquitectura lógica LMS MOODLE.....	75
Figura 4.13: Interface iMoodle block	76
Figura 4.14: Página de perfil de utilizador no MOODLE	77
Figura 4.15: iMoodle gadget.....	78
Figura 4.16: Interface de configuração do iMoodle gadget.....	79
Figura 4.17: Interacção de componentes iMoodle.....	80
Figura 4.18: Diferentes formas de personalização do iMoodle gadget	81

Abreviaturas e Símbolos

API	Application Programming Interface
aTE	Área de Tecnologia Educativa (FEUP/SICC)
BPM	Business Process Management
CICA	Centro de Informática Prof. Correia Araújo
CMS	Course Management System
CSS	Cascading Style Sheets
DHTML	Dynamic HyperText Mark-up Language
DOM	Document Object Model
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
HTML	HyperText Markup Language
IMS	Instructional Management Systems project
LMS	Learning Management Systems
MOODLE	Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment
SI	Sistema de Informação
SICC	Serviço de Imagem, Comunicação e Cooperação
SiFEUP	Sistema de Informação da Faculdade de Engenharia
SOA	Service Oriented Architecture
SOAP	Service Oriented Architecture Protocol ou Simple Object Access Protocol
XHTML	eXtensible HyperText Mark-up Language
XML	eXtensible Mark-up Language
UDDI	Universal Description, Discovery and Integration
USINF	Unidade de Sistemas de Informação
uTICM	Unidade de Tecnologias da Informação e Comunicação Multimédia (FEUP/SICC)
WBLE	Web-Based Learning Environments
WSD	WebService Description
WSDL	WebService Description Language

Capítulo 1

Introdução

A *Web* está a mudar. Passou-se da complexidade técnica necessária para publicar informação, para a facilidade na sua produção e partilha *on-line*. Os utilizadores estão a mudar a forma como esta rede é usada, convertendo-se em parte activa, em participantes no seu desenvolvimento. Tudo isto reflecte o início de uma nova relação com a *Internet*, que traz também grandes implicações na forma como professores e alunos desenvolvem as suas actividades de ensino e aprendizagem. Os estudantes dos tempos de hoje, e já alguns professores também, não mudaram simplesmente de uma forma incremental em relação aos do passado, nem essas mudanças se reflectem apenas na forma ou no estilo como falam e se vestem, tal como aconteceu em gerações anteriores. O que de facto se verifica é uma grande descontinuidade de tal forma singular que muitos referem como de não retorno, que se prende essencialmente com a chegada e rápida disseminação de tecnologias digitais dos últimos tempos. Os alunos de hoje representam a primeira geração a crescer em contacto com estas tecnologias, rodeados de – e a usar – computadores, videojogos, dispositivos áudio, câmaras de vídeo, telemóveis e muitas outras coisas da era digital. Os jogos, o *e-mail*, a *Internet*, os telemóveis e o *instant messaging* são, portanto, parte integrante das suas vidas, a tal ponto que se poderá dizer que por cada hora que investiram a ler um livro, passaram duas a jogar e quatro a ver televisão. [1]

O termo *Web 2.0* é habitualmente usado para descrever uma nova geração de serviços baseados na *Web* tradicional que abarcam a ideia de mudança. Redefine a *Internet* como plataforma e estabelece um conjunto de novos conceitos e paradigmas. Esta nova *Web* não é propriamente espelho de uma revolução tecnológica, mas antes social, uma mudança de atitude: é a possibilidade de interacção através de aplicações e serviços abertos, com permissões para criar, usar e partilhar conteúdos em novas formas e contextos. Isto é fruto do facto de os grandes novos utilizadores falarem e viverem num mundo digital que para eles já esconde poucos segredos.

Introdução

Estas mudanças conduziram a muitos dos movimentos e fenómenos na *Internet* dos dias de hoje. Por exemplo, a explosão da partilha de ficheiros envolve um forte sentimento e suposição de que a informação é algo que deve ser partilhada e manifesta-se no surgimento dos movimentos de *software* gratuito e *open-source*, licenciamento *Creative Commons* ou acesso livre a conteúdos como o UNESCO OER¹. Partilhar já não é considerado pouco ético, e o contrário poderá até ser visto em alguns casos como anti-social. Os novos utilizadores da *Internet*, apelidados de ‘*digital natives*’ ou ‘*n-gen*’ (de *net generation*), abordam o trabalho, aprendizagem e diversão de novas formas. São capazes de facilmente criar e publicar os seus próprios conteúdos multimédia, absorvem informação rapidamente, em múltiplos e diferentes formatos, esperam respostas instantâneas às suas questões e, muito em particular, pretendem estar sempre em contacto – com os seus amigos, colegas ou alguém “desconhecido” do outro lado do mundo. Esta forma de estar e usar a *Internet* conduz a uma nova realidade de mercados mais inteligentes, mais informados e mais ligados, permitindo outras experiências e oportunidades.

O ensino baseado na *Web* – *e-Learning* – tal como o conhecemos, existe há já cerca de 10 anos com diversas aplicações, e evoluiu desde algo inicialmente visto como radical para uma ferramenta absolutamente comum a que já nos acostumamos a ter presente. Quando hoje se fala em conteúdos educativos, falamos de conteúdos partilhados com a possibilidade de reutilização em diferentes contextos. Surge o conceito de objecto de aprendizagem, algo que idealizamos como peças Lego[®] ou átomos, pequenos pedaços de informação útil, que podem ser agrupados e organizados, que os *standards* ajudam a definir a sua forma, a especificar na sua organização em cursos, e empacotar tal como se fossem capítulos de livros ou manuais. O *e-Learning* surge nos dias de hoje nas organizações essencialmente sob a forma de cursos *on-line* e, como consequência, a tecnologia dominante nestes ambientes passa obviamente por um sistema que permite organizar e oferecer esses cursos na *Web* – os *Learning Management Systems* (LMS). Estes sistemas surgem nas instituições de ensino superior e nas empresas com o lançamento de implementações comerciais como os da WebCT [2], Blackboard [3] ou Luvit [4]. Hoje em dia com o surgimento de um ainda maior leque de sistemas *open-source*, estes sistemas são largamente adoptados a nível global e utilizados por inúmeros professores e alunos nos diferentes graus de ensino. O LMS permite armazenar conteúdos e actividades educativas e organizá-los em cursos, divididos em módulos ou tópicos, suportando funcionalidades de comunicação, distribuição e avaliação, podendo também ter algum tipo de integração com outros sistemas de informação das próprias instituições onde se enquadram.

O mais próximo da ideia de uma rede social em *e-Learning* é uma comunidade “de facto”, normalmente limitada no tempo de duração do curso ou disciplina e ao conjunto dos seus alunos e professores. É caracterizada por um domínio de interesse

¹ <http://oerwiki.iiep-unesco.org/>

Introdução

comum onde os seus membros interagem e aprendem em conjunto, participando e, eventualmente, produzindo um repertório de recursos partilhados. Esta construção de comunidade é normalmente movida por um sentido de obrigatoriedade na participação das actividades disponibilizadas no LMS pelos professores, reflectindo a visão de um *e-Learning* como apenas um complemento aos métodos habituais, arrastando consigo todo o peso e formalidade das salas de aula do século passado. Apesar das muitas variadas formas para levar e introduzir informação no LMS e das diversas ferramentas que disponibilizam, não existem formas efectivas e expeditas de conseguir fornecer informação importante que é gerada no contexto das actividades do LMS à comunidade dos seus utilizadores. Esta evidência demonstra a actual dependência no sistema e na sua interface, indo contra todas as pretensões de conectividade e flexibilidade que os alunos – *digital natives* – pretendem: muito mais do que o tradicional “*point-and-click-and-wait*”. [5] Assim, o que em tempo foi um sistema com uma nova visão de *e-Learning*, cada vez mais se parece tornar um sistema rígido, fechado e inflexível, baseado num conceito desactualizado de criação e distribuição de conteúdos. É frequente encontrar testemunhos de professores que simplesmente passaram alguns dos seus recursos educativos dos ambientes digitais que habitualmente usavam para sistemas que reconhecidamente suportam esta ideia de *social networking* como o MySpace¹ ou o Facebook², movidos pela aceitação destes ambientes por parte dos seus alunos. [6]

Durante muito tempo, o tema que mais preocupou as organizações prendia-se com a escolha do LMS mais adequado. Discutiam-se aspectos como as funcionalidades que ofereciam, a necessidade de existência de pessoal especializado para a sua operação e manutenção, os custos envolvidos, entre outros. Toda esta problemática fez orientar grande parte das atenções e preocupações para as tarefas de implementação física e administração destes sistemas em detrimento das verdadeiras expectativas dos seus utilizadores. O LMS era visto no início como uma plataforma individual que proporcionava serviços únicos, necessitando de pouca ou nenhuma envolvimento com a restante realidade das instituições, para além das relações óbvias com professores e alunos e as comunidades que nele se estabelecem. Com o passar do tempo e com a constatação da realidade, verifica-se que o LMS não faz sentido como um sistema isolado e que, na verdade, necessita de ligações activas com os restantes sistemas de informação no contexto da organização. Estas ligações permitem torná-lo mais inteligente e dotá-lo de novos serviços, fundamentais à melhoria do modo como é e pode ser usado por todos, e à criação de novas oportunidades.

A resposta e o caminho passam pela criação de uma nova geração de aplicações abertas sustentadas na adopção de uma arquitectura orientada aos serviços que permitam a utilização de *standards* e interfaces abertos.

¹ <http://www.myspace.com>

² <http://www.facebook.com>

1.1 Enquadramento e Motivação

O enquadramento das actividades de *e-Learning* na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) está definido num plano estratégico desenvolvido pelo Conselho Consultivo para o *e-Learning*, que integrou docentes dos vários departamentos da Faculdade, e que definia objectivos como: a autonomia na aprendizagem, a criação de competências pedagógicas, a valorização dos conteúdos e afirmação nacional e internacional na área. Estabeleceu como acções fundamentais a tomada de várias medidas, colocadas em termos de prazo de execução, sendo de particular importância para o objectivo desta dissertação, a procura de objectivos como os ter a totalidade dos alunos da FEUP em contacto com *e-Learning*; a geração automática dos espaços de todas as disciplinas no LMS contendo a respectiva ficha de disciplina, fóruns de discussão, o seu horário e calendário de eventos, e a consulta e inserção dos sumários; a instituição de um plano de desenvolvimento de novas funcionalidades dos sistemas de *e-Learning*, incluindo integração com o sistema de informação académica, visando em particular a gestão comum e transparente dos conteúdos entre o LMS e o sistema de informação (SI) da Faculdade.

O objectivo da investigação desta dissertação vai pois de encontro a estas metas, que, de um modo geral, correspondem às pretensões da generalidade das instituições de ensino e pode ser resumido na intenção de implementar metodologias efectivas de utilização dos diferentes sistemas de suporte às actividades destas organizações, melhorando e facilitando procedimentos, visando não só uma aproximação aos seus utilizadores mas também procurando responder às suas necessidades.

1.2 Organização e Temas Abordados

Este documento está dividido em cinco capítulos. No primeiro foi feita uma apresentação das mudanças que se tem vindo a verificar na *Web* através do aparecimento de novas ferramentas e serviços e no consequente surgimento de uma nova realidade na *Internet* a que hoje chamamos de *Web 2.0*. Vimos que esta é uma realidade que coloca os utilizadores no centro das suas actividades e atenções facilitando a criação e partilha de informação, abrindo caminhos a novas oportunidades nos ambientes educativos, e a novas possibilidades nas actividades de ensino e aprendizagem.

No segundo capítulo pretende-se fazer uma breve análise do estado da arte no que diz respeito às tecnologias, ferramentas e filosofias *Web 2.0*. Será apresentada uma visão de serviços, fontes de disseminação de informação, e apresentados os conceitos de sustentação de arquitecturas de sistemas orientadas aos serviços e uma forma de implementação. Ainda neste capítulo serão apresentadas algumas das especificações

Introdução

que definem estruturas e mecanismos de troca de dados com o objectivo de suportar a partilha e disseminação efectiva de informação entre sistemas.

De seguida, no capítulo 3, será dada uma perspectiva do problema que levou à investigação de suporte deste documento. Será feita uma apresentação do contexto de trabalho, fazendo-se uma especial referência à realidade da envolvência dos sistemas de suporte às actividades de ensino na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, expondo as situações que se pretendem solucionar com esta investigação.

No capítulo 4 serão apresentadas as soluções propostas para os problemas identificados, referindo as estratégias envolvidas na sua implementação e as opções tecnológicas que determinaram o seu desenvolvimento.

Por fim, no capítulo 5, serão apresentadas as conclusões resultantes do desenvolvimento desta dissertação e do trabalho de pesquisa que a suporta, e perspectivas para trabalho futuro e de evolução.

Capítulo 2

Enquadramento Tecnológico

Nos últimos anos tem-se vindo a notar uma mudança no sentido da adopção de abordagens orientadas aos serviços nas arquitecturas de sistemas. Estas novas formas de pensar permitem disponibilizar pequenos componentes altamente funcionais, que se comportam como serviços, e que podem ser acessíveis por outras aplicações e sistemas através de interfaces bem definidas. Estas abordagens são conhecidas como *Service Oriented Architectures* (SOA) e normalmente pressupõem a distribuição de dados usando *WebServices*. Elas começaram recentemente a ganhar maior visibilidade em parte devido à sua larga adopção na integração de sistemas e devido à real redução de custos que implicam, juntamente com todos os benefícios de flexibilidade e simplificação. [7]

As novas questões da *Web 2.0* e das expectativas dos seus utilizadores são, na verdade, um problema de integração – neste caso, com um cariz muito social – tal como as novas problemáticas com que a maioria das organizações se vem deparando, não só no plano da universidade ou do ensino. Os problemas poderão, de uma forma genérica, ser vistos de uma mesma perspectiva que é a da geração, partilha e reutilização de informação de forma eficiente e flexível de modo a criar valor. Durante muito tempo no domínio das tecnologias da informação perseguiu-se a ideia da reutilização: escrever código que fosse e pudesse ser reutilizável. [8] Esta ideia teve muitas abordagens mas nunca conseguiu ser verdadeiramente alcançada. As arquitecturas SOA vieram, de alguma maneira, trazer a concretização desta procura, conseguindo a agilidade, redução de tempos e custos de implementação e, acima de tudo, resolver – ou pelo menos flexibilizar – problemas de integração.

Esta discussão está também fortemente ligada a um outro tipo de abordagem e análise orientada aos negócios e aos seus processos que, no fundo, reflecte novamente a mudança do modo como se pensa e trabalha na *Web 2.0: Business Process Management* (BPM). Esta abordagem foca-se nos processos de negócio, na própria mecânica dos

fluxos de trabalho e na forma como podem ser otimizados. Mário Martins, *Associate Manager* da Novabase Consulting, diz mesmo que o BPM surge como um complemento natural ao conceito de SOA, potenciando-o para outros níveis de complexidade de negócio criando novos desafios de negócio e valor para as organizações. Com uma abordagem deste tipo, que promove a agilidade, os processos de negócio podem ser implementados de forma mais rápida através da reutilização de activos existentes. Por outro lado, a efectiva reutilização desses activos, permite também uma padronização e conformidade transversal a toda a organização. Através de uma maior flexibilidade, os processos de negócio facilmente respondem a novas realidades, ficando mais independentes das particularidades técnicas inerentes aos sistemas envolvidos. [9]

A resposta às expectativas dos novos utilizadores da *Web 2.0* passará, tal como na indústria e noutras organizações, pela adopção de uma cultura de serviços abertos, altamente funcionais e acessíveis através de interfaces simples e igualmente abertas que proporcionem a informação que pretendem de uma forma altamente flexível.

2.1 Visão de Serviços

2.1.1 Arquitecturas Orientadas aos Serviços

A utilização de sistemas distribuídos em empresas e instituições académicas tem crescido de forma acentuada nos últimos anos, impulsionada por factores como o fácil acesso à *Internet*, estabilidade na implementação de protocolos de comunicação e nas tecnologias que garantem segurança a esses protocolos e sistemas. Desde há muito que as organizações procuram flexibilizar as suas práticas e processos de negócio tentando aproximar os seus sistemas de suporte, habitualmente provenientes de diferentes fabricantes e implementados em diversos ambientes operativos. [10] Em alguns casos, algumas instituições conseguiram algum sucesso ao adoptar sistemas produzidos pelo mesmo fabricante, o que nem sempre é possível concretizar devidos aos problemas estruturais e orçamentais que isso implica. Além disso, este tipo de abordagem acaba a outro nível por também não ser viável na medida em que nem sempre se pode influenciar todos os parceiros de negócio a adoptar uma estratégia semelhante. Por outro lado, ao longo do tempo demonstrou-se que a difícil tarefa de construção e manutenção de interfaces personalizadas de ligação entre diferentes sistemas pode ser bastante dispendiosa em termos de tempo, recursos e custos. [11]

Com o crescimento da complexidade dos próprios sistemas e dos processos com eles envolvidos, e mesmo com o surgimento de novos sistemas de suporte a novos processos de negócio, as arquitecturas tradicionais parecem estar a atingir o limite da

sua capacidade de respostas aos problemas que as organizações enfrentam. Ao mesmo tempo, as necessidades habituais das organizações continuam a existir: necessitam respostas rápidas a novos requisitos de negócio; procuram reduzir continuamente os custos de suporte das próprias actividades de negócio – incluindo a manutenção de sistemas; necessitam também de facilmente estabelecer ligações com novos parceiros de negócio e clientes. [12] Em resposta aos inúmeros problemas que a integração de sistemas coloca, um variado leque de *standards* e normas tem vindo a ser desenvolvido e, hoje, a solução para uma integração eficaz passa pela adopção de uma arquitectura orientada aos serviços implementando *WebServices*.

Por definição, o termo SOA refere-se ao desenho conceptual de um sistema e não seu ao modo de implementação. Uma arquitectura é uma forma de descrição formal de um sistema, definindo os seus propósitos e objectivos, funcionalidades, propriedades (de visibilidade externa) e interfaces, bem como os seus componentes internos e suas relações, e o tipo de organização da sua estrutura, operação e evolução. No mesmo contexto, serviço é um componente de *software* acessível numa rede que é construído com o intuito de fornecer uma determinada funcionalidade a um ‘cliente’, sendo que esse cliente pode ser interno ao próprio sistema ou fazer parte de quaisquer outros sistemas com que se pretende estabelecer interacção. Assim, o termo *service-oriented architecture* refere-se à forma de desenhar e construir sistemas distribuídos desacoplados (conceito que habitualmente é referido como *loose coupling*) capazes de proporcionar serviços, com a particular atenção na construção de interfaces flexíveis e facilmente utilizáveis pelos sistemas com que interagem. [10]

SOA é, portanto, mais do que tecnologia, é um estilo que trata a integração como sendo o principal propósito e não como uma consequência, focando-se na possibilidade de implementação de componentes como serviços modulares que podem ser descobertos e usados por potenciais clientes. Estes serviços são normalmente concebidos procurando seguir um conjunto de características e regras básicas:

- Os serviços podem ser individualmente úteis ou podem ser compostos recorrendo a outros serviços, de modo a que a sua composição possa proporcionar valor acrescentado. Entre outros benefícios, este tipo de abordagem promove a reutilização efectiva de funcionalidades disponíveis;
- A forma de comunicação de serviços e clientes é feita através de mensagens e protocolos bem definidos, sendo um serviço habitualmente definido pelas mensagens que pode aceitar e entender, e por aquelas que pode fornecer como resposta aos seus clientes. Um serviço é habitualmente descrito recorrendo ao *standard* WSDL, e sua como o protocolo de comunicação o SOAP;
- Os serviços podem ser orquestrados e coreografados de forma a criarem um *workflow*, onde a ordem em que as mensagens são enviadas e recebidas afecta o resultado das operações levadas a cabo por um serviço. Estas noções são

normalmente conhecida por “*service choreography*” e “*service orchestration*”;

- As acções de um serviço podem ser completamente independentes ou podem estar intimamente ligadas à disponibilidade de outros serviços ou recursos (como o acesso a um sistema de base de dados). Numa implementação simples, um serviço pode simplesmente efectuar um cálculo aritmético, como determinar a soma entre dois números, não tendo necessidade de recorrer a nenhum recurso externo ao seu ambiente próprio de implementação. Em oposição, um serviço que, por exemplo, execute operações de conversão de moeda necessitará de acesso em tempo real aos valores de câmbio para poder fornecer resultados correctos e actualizados;
- As características dos serviços, suas capacidades, interfaces, políticas e protocolos de comunicação que suportam, devem ser divulgadas e estar publicamente acessíveis aos seus potenciais clientes. Por outro lado, todos os aspectos relativos à sua implementação como a linguagem em que foram programados ou a plataforma em que operam não são importantes para os clientes, não devendo ser divulgados.

A ideia principal é a da disponibilização de serviços independentes com interfaces bem definidas que podem ser invocados para realizar as operações que implementam sem que tenham de ter conhecimento das aplicações que irão ser suas clientes e, da mesma forma, sem que os clientes necessitem de ter conhecimento de como o serviço realiza as suas operações.

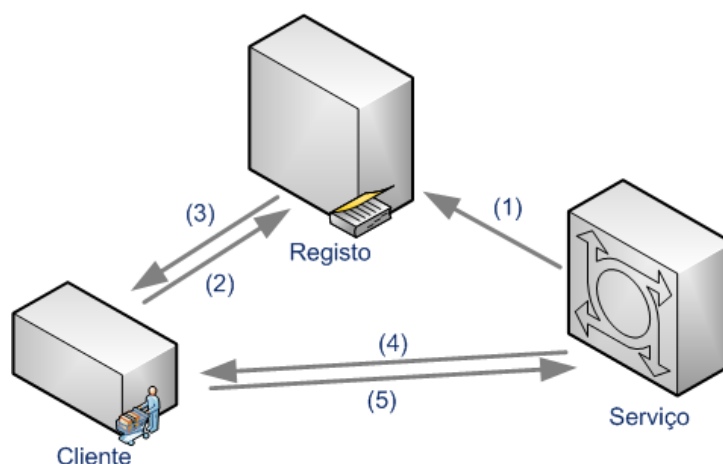


Figura 2.1: Ciclo simples de interacção de um cliente com um serviço¹

¹ Figura baseada na publicada em [10]

A figura anterior ilustra um ciclo simples de interacção com um serviço que começa com a sua divulgação junto de um registo conhecido. Neste exemplo, um cliente procura junto desse registo um serviço que corresponda às suas necessidades obtendo dele uma lista (que pode ser vazia) dos serviços registados. Dessa lista o cliente selecciona um serviço para o qual envia uma mensagem, usando um protocolo que seja lhes mutuamente reconhecido, onde coloca o seu pedido, e este depois devolve numa nova mensagem o resultado a esse pedido.

O exemplo apresentado corresponde na verdade a uma situação muito simples, e num enquadramento real este processo pode ser muito mais complexo. Por exemplo, um determinado serviço pode apenas suportar protocolos de comunicação seguros, ser restrito a utilizadores autorizados, exigir algum tipo de autenticação, oferecer diferentes tipos de performance e prioridades em função de diferentes perfis de utilizador, ou exigir uma forma de pagamento para poder ser usado. Os serviços podem fornecer estes detalhes em diversas formas e os clientes devem usar essa informação como suporte à decisão da escolha do serviço que pretende usar.

Na apresentação de SOA que foi feita introduziu-se a ideia de sistemas desacoplados – *loose coupling* – segundo a qual, os componentes de *software* envolvidos nas interacções devem ser conhecedores do mínimo de informação sobre os restantes componentes que o rodeiam: um determinado componente deve ser capaz de encontrar a informação que necessita apenas quando dela necessita. Assim, quando um cliente sabe da existência de um determinado serviço, ele deverá ser capaz de descobrir quais as suas capacidades, políticas, localização, interfaces e protocolos de comunicação que suporta. Este tipo de abordagem tem benefícios variados:

- Aumento de flexibilidade, na medida em que um serviço poder ser providenciado em qualquer servidor podendo ser transferido para outros servidores sempre que necessário. Desde que a informação do seu registo se mantenha actualizada, qualquer cliente poderá encontrá-lo e usá-lo;
- Correspondendo às exigências e necessidades dos sistemas e das organizações, podem ser disponibilizados novos serviços e outros encerrados de forma transparente;
- Uma vez que se garanta a preservação das suas interfaces, novas implementações ou actualizações a um serviço podem facilmente ser colocadas em produção sem comprometer a sua disponibilidade;
- Caso um serviço fique indisponível por qualquer razão, por exemplo devido a uma avaria no servidor que o alberga ou no segmento de rede que o serve, os clientes poderão procurar no registo por outros serviços que lhes possam responder aos seus pedidos e desta forma continuar a operar sem interrupção;

Uma outra noção fundamental relativa à ideia de *loose coupling*, que na verdade deriva directamente do próprio conceito de serviço e de SOA, é a de ausência de estado de um serviço – “*stateless*” – e que tem vindo a ser amplamente abordada como sendo um requisito fundamental na implementação de serviços. Os benefícios de uma concepção de componentes que sejam desacoplados, tal como os que foram listados anteriormente, resultam do facto de um cliente poder escolher um serviço qualquer, de entre os disponíveis, que seja capaz de satisfazer as suas necessidades. Num cenário simples como o caso de um serviço que executa uma operação aritmética é fácil de perceber que assim que o cliente obtenha a sua resposta, as transacções ficam completas e o cliente deixa de ter de visitar esse serviço para satisfazer a sua necessidade relativa a esse cálculo. Neste cenário, pode dizer-se que a relação entre cliente e serviço é desacoplada.

No caso de um cenário mais complexo, em que as transacções requeiram vários passos, pode obrigar a que o serviço seja capaz de guardar informação de estado relativa aos passos anteriores para poder usar nos passos seguintes. Neste caso diz-se que o serviço é “*state full*” e obriga a que o cliente retorne obrigatoriamente a esse serviço em particular para concretizar o passo seguinte. A abordagem ideal neste tipo de situações aponta para a procura de uma forma de implementação do serviço de modo a que ele não necessite reter internamente informação relativa ao estado de uma transacção. Este problema é ultrapassável se se garantir que no final de cada passo intermédio, o serviço devolve ao cliente informação suficiente relativa ao estado da transacção, de modo a que qualquer outro serviço a possa reconhecer, e com ela dar normal seguimento à transacção, independentemente de ter sido ele ou não a processar o passo anterior. Isto obriga a que o cliente, por seu lado, tenha de ser capaz de lidar e fornecer essa informação ao serviço a que decida recorrer nos próximos passos. A Figura 2.1 abaixo ilustra uma situação em que um cliente está envolvido numa transacção constituída por três passos recorrendo a diferentes serviços, cada um dos quais capaz de lidar com qualquer passo ou a totalidade da transacção. O serviço que atende o passo 1 armazena o estado da transacção numa base de dados e envia ao cliente os dados pedidos e um identificador relativo à transacção em curso. No passo 2, o cliente envia o identificador que recebeu a outro serviço que o usa para prosseguir com a transacção. Esse serviço executa as suas operações e no final do passo devolve os resultados ao cliente. Finalmente, o cliente envia o identificador da transacção a um terceiro serviço juntamente com o pedido para concluir a transacção.

A maioria dos sistemas requer algum tipo de conhecimento relativo ao estado das transacções em curso e a discussão que se tem vindo a colocar não é tanto relativa à existência de um estado mas sim onde esse estado deverá ser armazenado. A abordagem apresentada é especialmente preocupada em aplicar *loose coupling*, separando o estado da transacção dos serviços que operam sobre ele. Neste exemplo, para minimizar o volume de informação que é necessário transmitir entre os diferentes passos, a

informação de estado é armazenada numa base de dados, e que apenas faz sentido existir durante o tempo de vida da transacção.

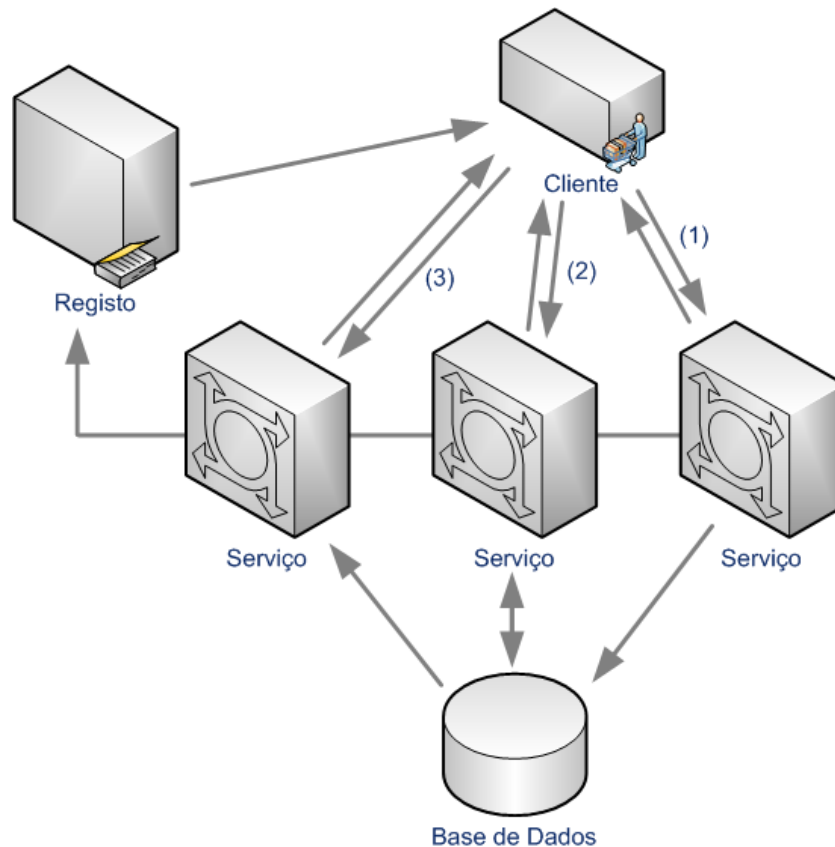


Figura 2.2: Ciclo de interacção de um cliente com vários serviços¹

De uma forma resumida pode dizer-se que os grandes princípios e vantagens de uma arquitectura orientada aos serviços e a forma como consequentemente se constroem serviços são:

- **Abstracção** – Um serviço pode e deve ser visto como uma caixa negra, sendo apenas necessário saber como comunicar com ele. Isto promove compatibilidade e possibilidade efectiva de comunicação entre componentes e sistemas;
- **Reutilização** – A disponibilização de funcionalidades em serviços deverá ser feita prevendo a seu uso no maior número de situações possível;
- **Granularidade** – A dimensão dos serviços e das suas funcionalidades deverão ter em atenção a sua utilidade prática. Um serviço muito grande que

¹ Figura baseada na publicada em [10]

proporcione uma funcionalidade muito complexa terá poucas probabilidades de ser reutilizado. Por outro lado, serviços muito pequenos de funcionalidades muito básicas implicarão esforço adicional na troca de informação entre componentes e sua orquestração;

- **Composição** – Funcionalidades mais complexas podem ser disponibilizadas recorrendo à composição entre vários serviços de modo a criar novos serviços de valor acrescentado;
- **Interoperabilidade** – Os diferentes componentes deverão ser capazes de comunicar e operar entre eles independentemente das tecnologias usadas na sua implementação, e dos ambientes em que são disponibilizados;
- **Compatibilidade** – A utilização de normas e *standards* conhecidos na implementação de interfaces e protocolos promove a compatibilidade entre componentes que sejam disponibilizados por diferentes sistemas em diferentes ambientes e plataformas.

2.1.2 WebServices na Implementação SOA

A maioria das pessoas está habituada a aceder à *Web* através de um navegador que lhes proporciona uma interface que permite o acesso a informação e serviços *on-line*. Quando um utilizador consulta uma página *Web*, esse pedido de consulta é tratado por um servidor remoto que devolve a informação pretendida numa linguagem própria – *HyperText Mark-up Language* (HTML). O navegador é então capaz de traduzir essa resposta graficamente recorrendo a uma selecção de fontes, cores e imagens que depois apresenta ao utilizador. De maneira semelhante, os *WebServices* são componentes de *software* distribuídos que fornecem informação a sistemas e aplicações através de uma interface própria, e que esses sistemas são capazes de usar. A informação que é transmitida é estruturada recorrendo a uma linguagem própria, desta vez XML – *eXtensible Mark-up Language* – e que é passível de ser facilmente interpretada e processada pelos sistemas que a requereram.

Um *WebService* pode ser visto como um componente informático identificado por um URI, cujas interfaces públicas e ligações são definidas e descritas usando XML. Estas definições podem ser descobertas por outros sistemas informáticos que podem depois interagir segundo as regras definidas, usando mensagens estruturadas em documentos XML, transportadas por protocolos conhecidos como os que são usados na *Web*. [13] Numa definição mais formal, segundo o W3C, um *WebService* é um componente de *software* desenhado para permitir interacção entre sistemas numa rede, sendo a sua interface descrita num formato passível de ser interpretado por esses sistemas – WSDL – sendo a interacção levada a cabo segundo a descrição fornecida

usando mensagens SOAP estruturadas em XML, que são normalmente transportadas sobre HTTP em conjunção com outros *standards* habituais na *Internet*.

WebServices são, portanto, usados para implementar serviços. Um serviço, como já vimos, é uma noção abstracta que caracteriza uma funcionalidade a disponibilizar, e que depois terá de ser implementada por um agente correspondendo ao componente de *software* concreto que envia e recebe mensagens. Os mecanismos para a troca de mensagens são descritos num documento chamado *WebService Description* (WSD), escrito em WSDL e que especifica as interfaces, formato das mensagens, tipos de dados, protocolos de transporte, e os formatos de estruturação da informação a ser trocada entre o cliente e o fornecedor do serviço. Este documento inclui também as localizações na rede onde um fornecedor do serviço pode ser contactado e os padrões esperados para a troca de mensagens. De uma certa maneira, este documento pode ser visto como um regulamento de utilização do serviço. [14]

Numa perspectiva de integração de sistemas e promoção da sua interacção enquanto partes de um sistema distribuído maior é importante perceber a sua base conceptual e usá-la como suporte de trabalho. Um sistema distribuído é constituído por componentes discretos e diversos de *software* que se pretende que trabalhem em conjunto para realizar determinadas tarefas. Como já vimos, uma arquitectura orientada aos serviços é, de facto, uma boa forma de desenhar sistemas distribuídos proporcionando:

- **Uma visão lógica do sistema** – Um serviço é uma representação abstracta lógica de um componente concreto que define o que ele faz, normalmente mapeando-o a um processo de negócio;
- **Uma orientação às mensagens** – A definição formal de um serviço é feita em termo das mensagens que podem ser trocadas entre os fornecedores e os seus clientes e não pelas suas características de implementação. Todos os aspectos relacionados com a estrutura interna do fornecedor do serviço, como a sua linguagem de programação e procedimentos de execução são deliberadamente deixados de parte numa definição SOA;
- Ao pré-determinar-se o não conhecimento da forma como um componente é construído, é **possível incorporar e interagir qualquer aplicação** desde que se crie uma definição formal de serviço, e que a informação necessária para a interacção seja empacotada em mensagens – este facto vem a revelar-se muito útil na integração de sistema legados e já existentes nas organizações;
- **Orientação à descrição** – Um serviço é descrito através de uma sintaxe capaz de ser facilmente interpretada por outros sistemas, e nela só devem ser referidos os detalhes mínimos necessários para a sua correcta utilização, sendo

que a semântica da funcionalidade que encerra deve ser documentada directa ou indirectamente nessa descrição;

- **Granularidade** – Os serviços usam tendencialmente um pequeno número de operações e mensagens relativamente grandes e complexas;
- **Orientação à utilização de serviços de rede** – Apesar de este não ser um requisito obrigatório, os serviços são tendencialmente orientados para serem utilizados através de uma rede;
- **Independente da plataforma** – As mensagens são enviadas de forma independente em relação à plataforma em que os componentes operam, e o XML é o formato óbvio para atingir este objectivo.

Uma arquitectura para descrever a implementação de *WebServices* envolve várias camadas de tecnologia que se inter-relaciona. Existem muitas formas de colocar estas relações, da mesma forma que existem muitas maneiras de implementar e usar *WebServices*. A figura seguinte ilustra, de forma simples, uma forma de relacionamento das tecnologias envolvidas numa arquitectura de implementação.

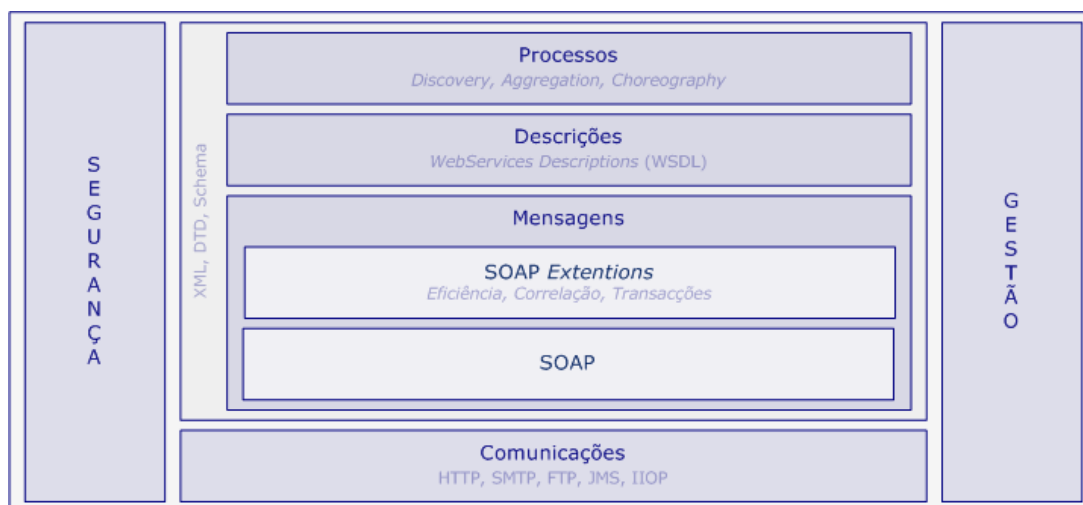


Figura 2.3: Pilha de uma arquitectura de implementação de *WebServices*

De seguida são brevemente apresentadas as principais especificações e tecnologias usadas, ou de alguma forma envolvidas, na implementação e uso de *WebServices*.

2.1.2.1 XML

Em termos formais, pode-se definir o XML (*eXtensible Mark-up Language*) como uma linguagem de anotação descritiva extensível, tendo, portanto, todas as características que tornam desejável este tipo de linguagens: independência relativamente às plataformas de *software* e de *hardware* utilizadas, longevidade, baixos custos de manutenção, facilidade na reutilização, entre outros. Um documento XML para além de texto contém marcas especiais, chamadas anotações ou etiquetas, que normalmente identificam componentes estruturais do documento e flexibilizam o processamento da informação nele contida. [15] O recurso ao XML permite assim resolver um requisito tecnológico fundamental que surge a vários níveis na implementação de *WebServices*. Os aspectos mais importantes do uso de XML prendem-se acima de tudo com o núcleo da sua sintaxe e com os conceitos de XML Infoset, XML Schema e XML Namespaces.

2.1.2.2 SOAP

Proporciona uma *framework* para empacotamento e troca de mensagens XML de uma forma uniformizada e extensível, para além de fornecer mecanismos para referenciar capacidades de um serviço de forma conveniente recorrendo a cabeçalhos. As mensagens SOAP podem ser transmitidas recorrendo a um vasto leque de protocolos de comunicação como HTTP, SMTP, FTP, RMI/IIOP ou qualquer outro protocolo de comunicação proprietário. A definição de SOAP prevê três componentes opcionais: um conjunto de regras de codificação para declaração de tipos de dados; uma forma de representação de invocação remota de procedimentos (RPC) e respostas; e um conjunto de regras relativos ao uso de SOAP com HTTP/1.1.

A especificação vai neste momento na sua versão 1.2 pela W3C, onde já não se define SOAP como um acrónimo. No entanto existem duas formas que são habitualmente utilizadas para exprimir as diferentes formas em que esta tecnologia pode ser interpretada:

- *Service Oriented Architecture Protocol*, onde uma mensagem SOAP representa a informação necessária para a invocação de um serviço ou exprimir o resultado de uma invocação, contendo a informação especificada na definição de interface desse serviço;
- *Simple Object Access Protocol*, em que uma mensagem SOAP representa uma invocação a um método de um objecto remoto contendo também todos os argumentos para esse método que devem ser enviados desde o ambiente local para o remoto.

2.1.2.3 WSDL

WebServices Description Language é, como no nome indica, uma linguagem para descrever *WebServices*, em particular as mensagens que são trocadas entre o fornecedor do serviço e os seus clientes. As mensagens em si são descritas de forma abstracta e depois mapeadas a um protocolo de comunicação e um formato de mensagens específicos. As definições de *WebService* podem ser usadas em qualquer linguagem de programação, plataforma, modelo de objectos ou sistema de envio de mensagens, e simples extensões às habituais infra-estruturas *Web* permitem implementar *WebServices* de modo a que sejam acessíveis para interacção através de um navegador ou directamente entre aplicações ou sistemas que podem ser implementados em qualquer outra linguagem ou ambiente, desde que o fornecedor e o cliente de um serviço respeitem a sua descrição do serviço.

2.1.2.4 UDDI

Universal Description, Discovery and Integration, ou simplesmente UDDI, é o nome dado ao conjunto de registos *Web* que publicam informação relativa a serviços e as suas características técnicas de interface, fornecidos por uma entidade. Estes registos podem ser disponibilizados por diversas entidades e podem ser usados por quem pretenda publicar ou pesquisar informação relativa a *WebServices*, proporcionando um mecanismo do tipo “páginas amarelas”.

A informação que é possível registar inclui vários tipos de dados simples que permitem responder às questões “quem?”, “o quê?”, “onde?” e “como?”. Relativa à primeira questão, esta está normalmente associada a informação sobre a entidade prestadora do serviço como o seu nome ou identificador; O “o quê?” envolve informação de classificação do tipo de actividade dessa entidade prestadora do serviço e dos serviços que ele proporciona; a resposta ao “onde?” contem naturalmente o local onde o serviço pode ser encontrado e que corresponderá, por exemplo, a um URI; finalmente, a questão “como?” contem referências às características técnicas de interface. [16]

2.2 Especificações IMS

As especificações IMS Enterprise e Enterprise Services foram desenvolvidas pelo IMS Global Learning Consortium [17] (IMS GLC) com o objectivo de proporcionar a todas as organizações e entidades individuais novas formas globais de ensino recorrendo à tecnologia. O nome original quando foi criado no âmbito da National Learning Infrastructure Initiative da EDUCAUSE, em 1997, era Instructional Management Systems project. Desde então evoluiu, e hoje é uma organização

internacional sem fins lucrativos que pretende incentivar o crescimento do ensino e das tecnologias educativas através da condução de práticas inovadoras, criação de *standards*, e reconhecimento de boas práticas com impacto efectivo. Esta organização representa já mais de uma centena de outras organizações provenientes de diferentes sectores incluindo fornecedores de *hardware* e *software*, instituições de ensino, agências governamentais, integradores de sistemas, produtores de conteúdos multimédia e outros consórcios. O âmbito das especificações IMS, usualmente definidas para um ensino distribuído, incluem definições para tanto ambientes *on-line* como *off-line* que podem ocorrer de forma síncrona (em tempo real), ou assíncrona. Isto significa que os contextos de ensino que podem beneficiar das especificações IMS incluem não só os ambientes suportados na *Internet*, como é o caso dos LMS, mas também situações que envolvam recursos a conteúdos electrónicos de forma desligada (*off-line*), como é o caso de um aluno que acede a conteúdos educativos disponibilizados num CD-ROM. Do mesmo modo, são tidos em igual nível de importância intervenientes que se insiram num ambiente de ensino tradicional – sala de aula, escola, universidade – ou num enquadramento formativo numa empresa ou entidade governamental, ou simplesmente em casa. [17]

2.2.1 IMS Enterprise

O âmbito da especificação IMS Enterprise é focado na procura de interoperabilidade entre LMS e outros sistemas, em particular aqueles de suporte às actividades de uma instituição de ensino:

- **Sistemas de Recursos Humanos** – Habitualmente responsáveis pela manutenção de informação relativas às habilitações e competências de professores e formadores, e que suportam as actividades de definição de elegibilidade para leccionação de cursos e disciplinas;
- **Sistemas de Informação Académicos** – Proporcionam funcionalidades de gestão de cursos, planos de estudos, suas disciplinas, horários, inscrições e matrículas, classificações, entre outras funcionalidades de suporte a actividades académicas;
- **Sistemas de Informação de Bibliotecas** – São responsáveis pela gestão de colecções de artefactos físicos ou digitais, ou outros recursos bibliográficos, e pela gestão de acessos a esses conteúdos.

O objectivo desta especificação é o da definição de um conjunto de estruturas de dados normalizadas que possam ser usadas na troca de informação entre diferentes sistemas, suportando a interoperabilidade e viabilização de vários processos de negócio envolvendo várias fontes de dados dentro de uma organização. Estas estruturas proporcionam uma base de trabalho para uma uniformização na implementação de

processos de transacção entre sistemas diversos, não sendo no entanto o seu objectivo definir formas de garantir integridade de dados, métodos ou protocolos de comunicação, segurança ou outros aspectos relativos à comunicação entre esses sistemas. Os processos de negócio que IMS Enterprise se propõe suportar envolvem gestão dos seguintes tipos de informação:

- **Dados pessoais e de identificação** – Habitualmente, a informação referente à identificação de pessoas é mantida num qualquer SI responsável por essa actividade dentro da organização e, parte dela deverá de ser passada ao LMS para dar suportes às suas actividades. Este processo acontece sistematicamente numa instituição de ensino a cada ano lectivo com a chegada de novos alunos, mas também quando a informação pessoal de uma qualquer pessoa é actualizada;
- **Grupos** – Os processos de gestão de grupos incluem o processamento de toda a informação relativa à constituição de agrupamentos de pessoas, por exemplo, em cursos, disciplinas, turmas e respectivos horários, e à sua manutenção e actualização ao longo do tempo. Em situações normais, esta informação é criada num sistema, e necessita depois de ser partilhada com outros sistemas que tenham envolvimento ou necessidade desta informação. O fluxo de processamento e manutenção deste tipo de dados pode não ser muitas vezes unicamente unidireccional, sendo possível que ao longo do tempo actualizações a esses dados possam vir a ser disseminadas por outros sistemas;
- **Inscrições** – A informação relativa uma inscrição (em inglês, *enrolment*) corresponde ao tipo de associação de uma pessoa a um grupo, que é depois normalmente usada no mapeamento em papeis ou níveis de acesso num sistema. Como exemplos tem-se as inscrições de alunos em cursos, ou dos professores;
- **Classificações** – As classificações referem-se ao resultado de uma avaliação final de uma pessoa enquanto membro (inscrito) num grupo. As classificações costumam normalmente surgir no LMS como resultado das actividades que lá ocorrem e, depois, pretende-se que sejam partilhadas com o sistema de informação académico;

No processo de desenvolvimento desta especificação foram seguidos vários pressupostos com o objectivo de se conseguir abstracção e independência em relação ao meio:

- **Não estabelecimento de quaisquer pressupostos relativamente à forma com as funcionalidades de suporte às actividades da organização estão distribuídas pelos seus sistemas** – A especificação não define nem pressupõe nenhum tipo de arquitectura ou forma de distribuição. O modo como as funcionalidades de suporte às actividades de negócio e respectiva informação

está distribuída pelos sistemas poderá variar dependendo da realidade das instituições e seus modelos de negócio, arquitecturas próprias dos sistemas nelas implementados, entre muitos outros aspectos. Esta especificação pretende ser independente a esses factores, devendo a sua implementação ser feita de acordo com a realidade de cada local;

- **Independência relativa ao tipo de protocolo ou forma de interacção para a partilha e transferência de informação** – Alguns tipos de arquitecturas de sistemas e realidades das organizações permitirão interacções síncronas do tipo pergunta/resposta onde um sistema cliente coloca um pedido de informação a um sistema fornecedor e fica a aguardar, de forma síncrona, por uma mensagem como resposta, contento a informação pedida antes de prosseguir para o passo seguinte do seu processo. Noutras realidades, outras abordagens poderão ser mais interessantes e a interacção entre sistemas poderá ser feita de outras formas. Em alguns casos, por exemplo, poderá ser mais interessante o sistema fonte de informação publicar uma mensagem contendo dados actualizados sempre que ocorra um determinado acontecimento, devendo cada um dos sistemas vizinhos escolher que mensagens lhe interessam e quando as processar. A especificação suporta, portanto, qualquer tipo de arquitectura de troca de mensagens;
- **Mensagens definidas com o mínimo de informação necessárias** – As estruturas de dados fundamentais são definidas por um conjunto mínimo de informação necessária para suportar interoperabilidade básica. Isto permite obter generalização, de modo a que possam ser adoptadas de forma consistente em diferentes ambientes e realidades. Caso estas estruturas fossem definidas de uma forma demasiado rica e extensa, possivelmente iriam reflectir elementos e usar vocabulários limitados a determinados enquadramentos ou realidades;
- **Permitir extensões** – As estruturas de dados principais definem apenas os elementos mínimos e indispensáveis para garantir uma partilha básica de informação. No entanto poderá haver necessidade de estender estas transacções de dados de modo a suportar requisitos específicos de alguns cenários de implementação. O modelo de informação definido por esta especificação proporciona o suporte necessário à possibilidade destas extensões poderem ocorrer, sendo reconhecido que este é um requisito fundamental para determinados contextos e consequente definição de uma especificação plena;
- **Escalabilidade** – As especificações das estruturas de dados e seu mapeamento permitem suportar qualquer nível de escala de implementação. As organizações ao usar esta especificação para a implementação da sua solução

de interacção e partilha de dados devem ter em consideração todos os requisitos de escalabilidade das suas próprias soluções e construí-las de modo a que os processos ocorram de forma efectiva e em tempos apropriados, independentemente do grau de implementação e integração que pretendam atingir.

Alguns elementos definidos nas estruturas de dados que se definem poderão referir-se a informação pessoal e, portanto, privada, e estar sujeitos a normas e legislação relativas ao seu processamento e divulgação. Desta forma, alguma da informação contida em mensagens baseada nesta especificação poderá ser considerada sensível, mesmo quando é usada num ambiente restrito dentro da organização. Cada uma das organizações terá, então, de ter em consideração estes aspectos e implementar as medidas de segurança necessárias no processo de armazenamento e transferência de dados de modo a garantir o seu não comprometimento. Estas medidas poderão incluir o recurso a técnicas criptográficas para garantir confidencialidade e integridade, ou algum tipo de mecanismo de autenticação entre sistemas que partilham essa informação, não sendo no entanto este o âmbito da própria especificação IMS Enterprise.

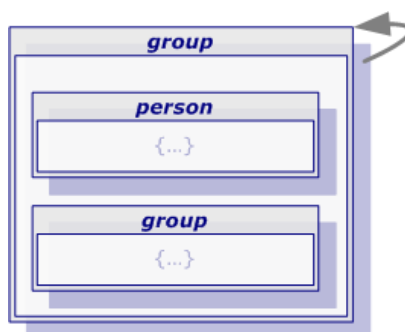


Figura 2.4: Diagrama conceptual do modelo de informação IMS Enterprise¹

O diagrama da figura anterior apresenta uma representação conceptual do modelo de informação definindo três objectos ou entidades principais:

- **Person** – os indivíduos que tenham qualquer tipo de relacionamento com um grupo, por exemplo estando a frequentar um curso ou estando inscritos numa disciplina. Esta estrutura refere apenas a informação necessária aos sistemas de apoio ao ensino relacionada com a identificação de uma pessoa, não se pretendendo que sirva como repositório de todos os seus dados;
- **Group** – representa uma colecção de entidades relacionadas com a realidade de ensino. Um grupo é uma forma de agregação genérica que pode ser usada

¹ Figura baseada na publicada em [65]

para relacionar pessoas, actividades ou responsabilidades com significado no cenário de implementação: grupo de professores, uma turma, um curso, ou outras, não havendo qualquer tipo de restrição à forma como esta estrutura possa ser usadas de modo a reflectir composição entre grupos e subgrupos ou pessoas;

- **Membership** – esta estrutura é usada para definir os membros de um grupo e que podem ser estruturas **person** ou **group**, podendo um mesmo **person** ou **group** pertencer a vários grupos.

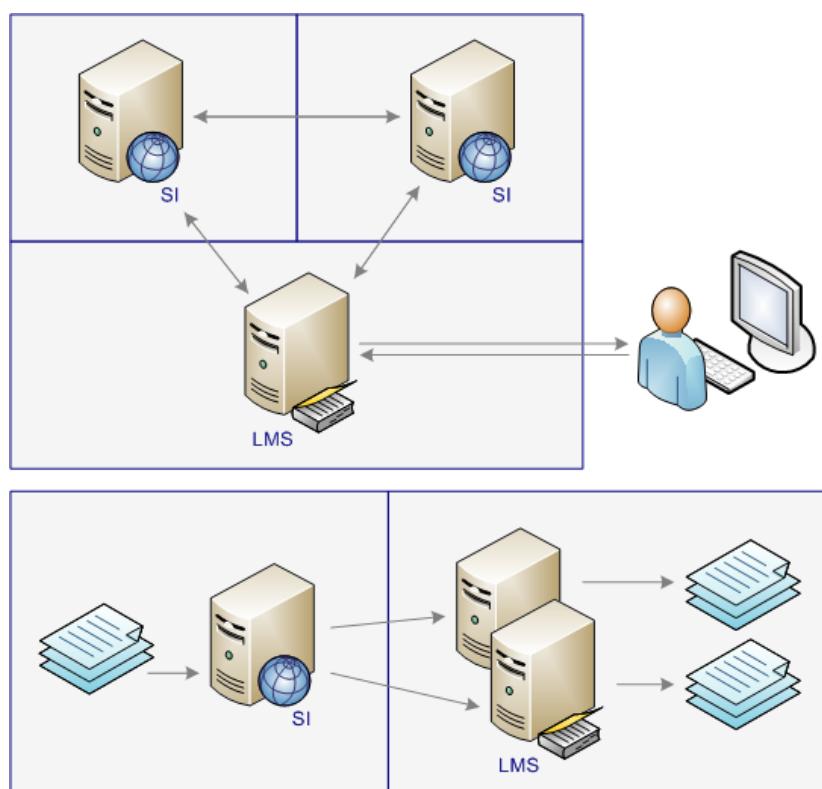


Figura 2.5: Mecanismo básico de troca de informação usando IMS Enterprise¹

Uma mensagem IMS Enterprise, que é estruturada em XML, poderá conter qualquer número destas estruturas no entanto, a ordem pela qual são descritas está limitada à listagem de todas as entidades **person**, seguida de todas as ocorrências de **group** e só no final de todas as instâncias **membership**. A especificação refere também um modelo simples relativo às mensagens que suportam o mecanismo de partilha de informação entre sistemas. Estas mensagens, estruturadas em XML, são compostas por um conjunto de cabeçalhos contendo propriedades relativas à informação que se

¹ Figura baseada na publicada em [65]

descreve, e pelo conjunto de informação propriamente dito e que é composto pelas estruturas anteriormente descritas. É importante notar que a construção das mensagens e a representação da informação recorrendo a XML demonstram a suposta indiferença e independência em relação à forma como essa mesma informação é tratada e representada pelos diversos sistemas.

2.2.2 IMS Enterprise Services

Do actual modelo de domínio IMS-ES que é apresentado pelo consórcio IMS apenas ainda foram alvo de definição de uma especificação os elementos representados mais a cor mais escura: Membership Management Service, Person Management Service, Group Management (ver figura abaixo) estando previsto que os restantes venham a ser incluídos na próxima versão da especificação. Os pacotes de serviços IMS-AF Common Services e IMS-AF Infrastructure são definidos na especificação IMS Abstract Framework, e proporcionam funcionalidades de autenticação e autorização, e funcionalidades de suporte à comunicação ‘ponto-a-ponto’, respectivamente.

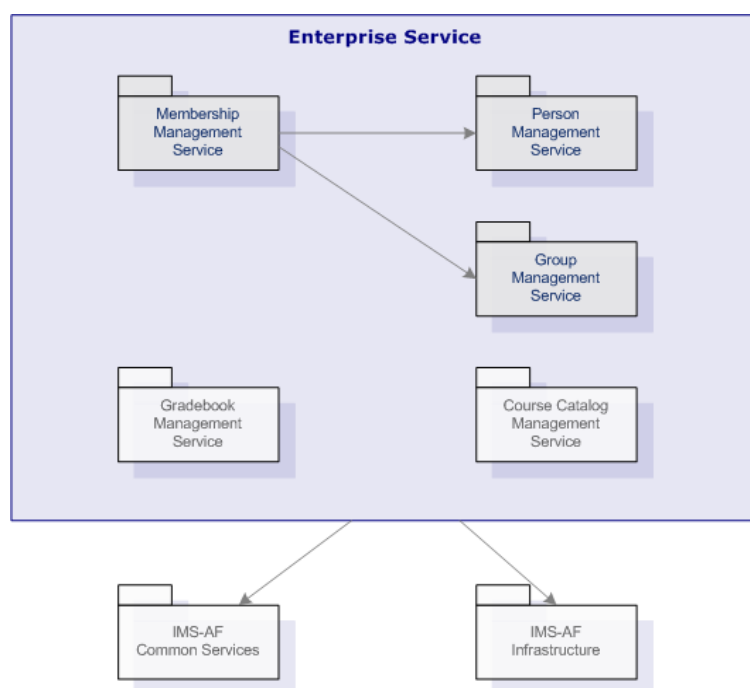


Figura 2.6: Modelo de domínio IMS-ES¹

¹ Figura baseada na publicada em [45]

A especificação IMS Enterprise Services (IMS-ES) pretende definir o modo como diferentes e dispersos sistemas efectivamente trocam entre si, ou simplesmente disseminam, informação relativa a pessoas, grupos e suas relações, tal como definido por IMS Enterprise, num contexto de uma organização de ensino. A forma como esta informação é passada entre os diversos sistemas foi pensada tendo em consideração aspectos importantes como:

- **Interoperabilidade**, preocupando-se com a troca de informação, não partindo de quaisquer pressupostos relativamente à forma como a informação é mantida ou está dispersa pelos diferentes sistemas que suportam as actividades da organização;
- **Orientação aos serviços**, definindo a troca de informação através da disponibilização de serviços acessíveis pelos diferentes sistemas existentes na organização, focando-se em particular em serviços que proporcionem partilha e disseminação das estruturas habituais IMS Enterprise – *person*, *group*, *membership*.
- **Orquestração**, ao definir que o conjunto de serviços típicos deverão ser fornecidos de modo a que possam ser combinados de modo a possibilitar a criação de novos serviços com utilidade e valor acrescidos. Em próximas versões desta especificação espera-se que venham a ser adicionadas definições de novos serviços articulados;
- **Organização em camadas**, estabelecendo que os serviços definidos por IMS-ES e as estruturas *person*, *group* e *membership* definidas por IMS Enterprise fazem parte de uma camada de ‘serviços aplicativos’;
- **Ações e estruturas de dados**, uma vez que todos os serviços deverão ser definidos em termos das funcionalidades que proporcionam, das acções que conseguem levar a cabo, e das estruturas de dados com que são capazes de lidar. Assim, a acção de um serviço resulta na alteração do estado da informação de uma estrutura de dados e, ao mesmo tempo, o estado da informação de uma estrutura de dados só será alterada como resultado de uma acção de um serviço;
- **Múltiplos mapeamentos e interfaces**, ao usar UML na definição dos serviços. Isto permite um mapeamento efectivo entre o modelo de dados e informação em diversas interfaces e que são de extrema importância na construção das descrições dos serviços, usando WSDL;
- **Adopção**, uma vez que os serviços IMS-ES são baseados na especificação IMS Enterprise, garantindo-se que o modelo de dados de suporte é mantido, e com ele as estruturas *person*, *group* e *membership*.

Como é fácil de perceber, este conjunto de preocupações reflecte toda a discussão que se desenrola em torno das arquitecturas orientadas aos serviços e que já foi anteriormente apresentada. Esta especificação define, então, modelos abstractos de arquitectura, de troca de mensagens e de domínio para os seguintes serviços e funcionalidades:

- **person management service** (*create, read, update e delete person*) – Inclui todas as acções relacionadas com a gestão de informação sobre pessoas que de alguma forma estão relacionadas com a organização numa actividade de ensino e aprendizagem;
- **group management service** (*create, read, update, delete group e delete group relationship*) – Agregando as operações necessárias para a gestão da informação de identificação de grupos de entidades (**person** ou **groups**);
- **membership management service** (*create, read, update, delete membership, read person's membership e read group's membership*) – Disponibilizando funcionalidades relativas à gestão de informação relacionada com a forma de agrupamento de entidades e dos seus tipos de relacionamento;

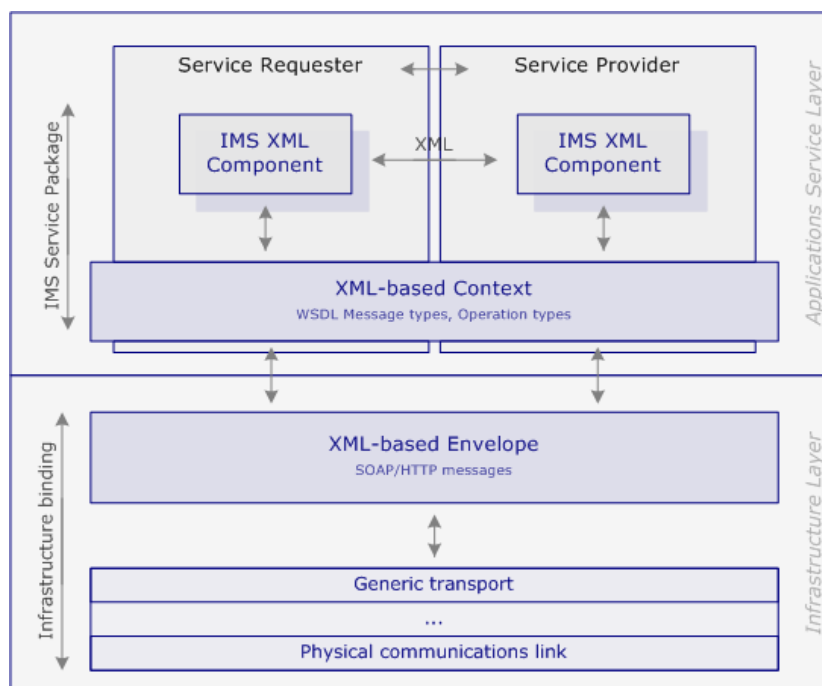


Figura 2.7: Modelo de arquitectura IMS-ES¹

¹ Figura baseada na publicada em [45]

O diagrama apresentado na Figura 2.1 acima corresponde ao modelo abstracto de arquitectura definido pela especificação IMS-ES, apresentando as interfaces que se especificam. O IMS Service Package corresponde à definição de um serviço IMS-ES, resultando numa descrição WSDL, que depois é mapeado numa camada SOAP/HTTP.

A especificação IMS-ES define também um modelo abstracto de troca de mensagens que se assume suportar a partilha de informação entre os sistemas envolvidos. A adopção desta representação resulta do facto de a arquitectura envolvente ser baseada em sistemas desacoplados e por o modelo de dados usado na troca de mensagens ser estruturado em XML. É importante notar que a construção das mensagens e a representação da informação recorrendo a XML demonstram a pressuposta independência em relação à forma como essa mesma informação é tratada e representada entre os sistemas, tratando-se portanto de uma mera representação de informação com vista a sua transmissão e partilha.

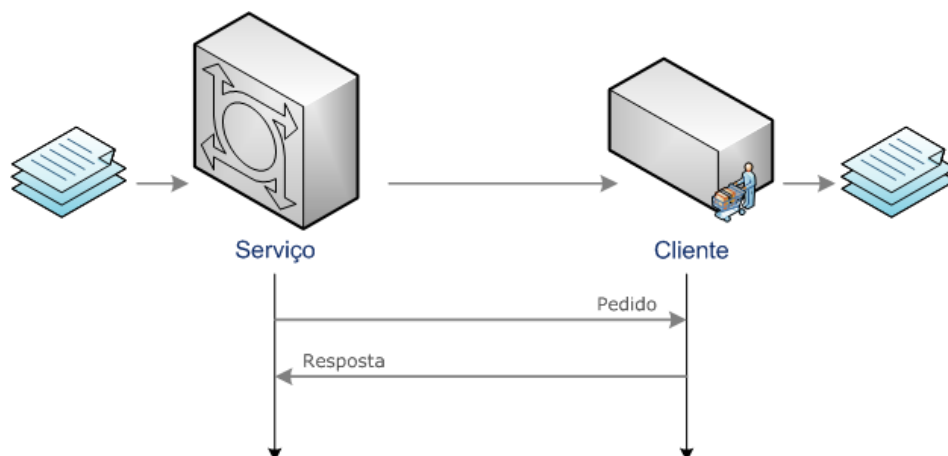


Figura 2.8: Modelo abstracto de troca de mensagens IMS-ES¹

2.3 Sistemas de e-Learning

Inicialmente, o ensino à distância foi usado para cobrir certas limitações existentes no ensino presencial, nomeadamente em termos de barreiras geográficas e temporais. Com o surgimento da *Web* o ensino à distância acompanhou esta evolução para a era digital, emergindo uma nova vertente no ensino suportado por via electrónica, a que nos habituamos a chamar *e-Learning* (*electronic learning*). As razões para o crescimento deste tipo de abordagens são comuns a outras realidades para além das do ensino, e podem resumir-se a um conjunto de factores como o decréscimo de custos e banalização

¹ Figura baseada na publicada em [45]

das infra-estruturas necessárias ao suporte destes sistemas, e a facilidade no acesso doméstico à *Internet*. E são inúmeras as vantagens que estas realidades trouxeram. Em particular, estes sistemas e realidades permitiram democratizar o acesso ao ensino, permitindo chegar a um maior número de pessoas, eliminando as barreiras habituais do ensino presencial tradicional.

De uma forma geral, um ambiente de ensino à distância é idealmente caracterizado da seguinte forma: [18]

- **Abertura** – diversidade e amplitude de oferta de cursos, com eliminação de barreiras de acesso, atendendo a uma população numerosa e dispersa, com níveis e estilos de aprendizagem diversos;
- **Flexibilidade** – de espaço, de assistência e tempo, de ritmos de aprendizagem, com distintos itinerários formativos que permitam diferentes entradas e saídas e a combinação trabalho/estudo/lazer;
- **Eficácia** – o indivíduo é motivado e torna-se responsável pela sua própria aprendizagem, por aplicar o que está a aprender, por se auto-avaliar, e se necessário deverá receber suporte pedagógico, administrativo e cognitivo através da integração de meios e de comunicação bidireccional;
- **Formação permanente** – no campo profissional há uma grande procura da continuidade da educação formal e, conseqüente, aquisição de novos conhecimentos, valores, interesses e atitudes;
- **Economia** – evitando deslocações que, quando aplicável, em alguns casos pode forçar a ausência do local de trabalho;
- **Padronização** – evitando a transmissão do conhecimento de formas diversificadas;

Assim, *e-Learning* é um conjunto de metodologias e tecnologias que têm como objectivo promover o ensino e a aprendizagem através da utilização da *Internet/Web* e que funciona como dispositivo de mediação entre intervenientes, de acesso a recursos pedagógicos e mecanismos de avaliação, e de acesso a funcionalidades de gestão de processos. [19]

A utilização das tecnologias de informação e comunicação para a criação de ambientes de aprendizagem, acessíveis através de uma interface *Web*, tem vindo a ser cada vez mais explorada, quer por parte das instituições académicas quer por parte de outros intervenientes que actuam igualmente no mercado da educação. O *e-Learning* pode então ser suportado por plataformas baseadas na *Web*, que pretendem oferecer de forma integrada as ferramentas adequadas à implementação dos processos de ensino e aprendizagem nas instituições e são também habitualmente designadas como *Web-Based Learning Environments* (WBLE), ou plataformas de *e-Learning*.

Existem várias abordagens para a forma como implementar um WBLE, sendo habitual encontrar-se distinções do tipo de funcionalidades e filosofias que os suportam, podendo-se ver-se referências a este tipo de sistemas como sendo *Course Management Systems* (CMS), *Learning Management Systems* (LMS), entre outros. Hoje em dia todos estes sistemas acabam por, de uma forma ou outra, proporcionar o mesmo tipo de funcionalidades, e o termo LMS acaba por ser o mais consensual e usado. As tipologias de funcionalidades que estas plataformas oferecem são: [20]

- **Contexto** – suporte a actividades lectivas interactivas, recorrendo nomeadamente a fóruns, *chats*, *mailing lists*, partilha de documentos, e são capazes de promover aproximações colaborativas no processo de ensino;
- **Conteúdos** – possibilidade de publicação, acesso e exploração facilitados de vários tipos de recursos multimédia;
- **Experimentação** – exploração de laboratórios virtuais, simuladores de experiências e de equipamentos;
- **Avaliação** – utilização de ferramentas para avaliação formativa, autoavaliação e entrega e exposição de trabalhos;
- **Organização** – registo e publicação de sumários, dos programas e outras informações de relevo ao contexto lectivo;

Acima de tudo, os sistemas de *e-Learning* devem ser encarados como uma ferramenta educativa diferente, com as potencialidades, possibilidades e limitações que lhe estão inerentes, e o investimento em *e-Learning* deve assim integrar-se numa preocupação alargada com a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem, mais do que constituir um objectivo estratégico *per si*. [21]

2.3.1 MOODLE

O MOODLE é um sistema de administração de actividades educativas destinado à criação de comunidades de ensino e aprendizagem *on-line*. A palavra MOODLE provinha originalmente do acrónimo de *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*, e que se reveste de especial significado não só para as pessoas que o desenvolvem mas também para académicos ligados às questões da educação. Por outro lado, MOODLE é também um verbo que descreve o processo de navegar despreziosamente por algo, enquanto se faz outras coisas ao mesmo tempo, num desenvolvimento agradável e conduzido frequentemente pela perspicácia e pela criatividade. Este sistema tem uma proposta bastante diferenciada: “aprender *on-line* e em colaboração”, baseando-se numa forma de pedagogia sócio construtivista, a qual, como refere Martin Dougiamas – que desenvolveu o projecto e o lidera até hoje – não trata a aprendizagem apenas como uma actividade social, mas foca a sua atenção na

aprendizagem que acontece enquanto construímos activamente artefactos, para que outros vejam ou utilizem. [22]

É um sistema *open-source*, distribuído sob a GNU Public License, significando que apesar de possuir um *copyright*, pode ser distribuído livremente e o seu código fonte alterado ou desenvolvido de modo a satisfazer necessidades específicas dos seus utilizadores, desde que sejam respeitados os direitos de autor e de licenciamento originais, e se aplique o mesmo tipo licenciamento a esses desenvolvimentos.

O desenho do MOODLE pressupõe as seguintes características e conceitos:

- Promoção de uma pedagogia sócio construtivista através da disponibilização de funcionalidades que permitam a colaboração, a realização e apoio de actividades de ensino e aprendizagem, e a reflexão crítica;
- Capacidade e flexibilidade para albergar programas curriculares tanto em versões exclusivamente *on-line*, ou que funcionem apenas como complemento ao ensino tradicional;
- Simplicidade, eficiência e compatibilidade, sendo acessível através de um simples navegador *Web* sem quaisquer características específicas;
- Facilidade de implementação em quaisquer plataformas ou ambientes operativos que suportem PHP, requerendo apenas acesso a um sistema de base de dados;
- Abstracção na camada lógica de ligação ao sistema de base de dados de suporte, permitindo o uso de qualquer sistema, de qualquer fornecedor;
- Informação detalhada relativa ao nível de acesso necessário aos cursos que disponibiliza;
- Possibilidade introdução de uma qualquer lógica de categorização de cursos;
- Ênfase especial na validação de segurança no acesso e submissão de dados;
- Recurso generalizado a um editor “*what you see is what you get*” para a introdução de dados ou outros tipos de informação.

A construção de todo o sistema é feita de forma modular, escrito em PHP de forma clara sob licença GPL, permitindo modificações ao seu funcionamento habitual. Além disto, o MOODLE permite a adição transparente de módulos escritos para responder a necessidades específicas, e que são construídos e depois disponibilizados pela própria comunidade de utilizadores. Uma das grandes vantagens na adopção deste sistema, como de qualquer outro sistema ou aplicação *open-source* é, sem dúvida, a dimensão e actividade da sua comunidade de utilizadores. Por este facto é normalmente fácil encontrar resposta para qualquer problema relacionado com a sua utilização quer seja a mais complexa situação ao nível da manutenção do sistema, ou a mais simples

dificuldade de utilização das suas funcionalidades. Entre outras, um sistema MOODLE disponibiliza, para além dos relacionados com as tarefas de administração, módulos típicos como:

- *Assignments*, possibilitando a submissão de trabalhos por alunos e sua apreciação e avaliação pelo professor, que pode depois ser enviada ao aluno;
- *Blogs*, sendo disponibilizados a todos os utilizadores;
- *Books*, para criação de recursos compostos por várias páginas que são depois disponibilizados num formato com as características de um livro;
- *Chats*, permitindo aos seus participantes ter conversações síncronas através da *Web* e sem recurso a nenhum outro tipo de aplicação adicional;
- *Choices*, onde um professor coloca uma questão e indica um conjunto de respostas múltiplas, permitindo estimular a discussão sobre um qualquer assunto;
- *Forums*, que contribuem significativamente para uma comunicação assíncrona eficaz e, conseqüentemente, para a construção de uma comunidade virtual activa;
- *Lessons*, consistindo num determinado número de páginas que possibilitam, através da interacção com o aluno e da avaliação das respostas dadas, determinar o próximo passo e o rumo a seguir;
- *Surveys*, que disponibilizam vários mecanismos de inquérito, incluindo o *Constructivist On-Line Learning Environment Survey* e o *Attitudes to Thinking and Learning Survey*;
- *Questionnaires*, permitindo a criação e colocação de perguntas aos alunos cuja estrutura ou forma da resposta é livre;
- *Quizzes*, possibilitando a construção de testes de avaliação compostos uma ou mais perguntas e que podem ser de diversos tipos, incluindo a possibilidade de escolha aleatória da pergunta que será apresentada a um aluno específico. Além destas características, incluem-se também as possibilidades de correcção automática e de fornecimento de apreciação ao aluno em relação as respostas dadas;
- *Wikis*, cujo conceito é largamente conhecido e que podem ser disponibilizados num curso MOODLE como forma de dinamizar o trabalho colaborativo;
- *Workshops*, permitindo a todos os alunos avaliar e comentar de várias formas o projectos e trabalhos de outros alunos.

A estrutura deste sistema é, portanto, modular, sendo alguns desses componentes de vital importância no desenvolvimento de novas funcionalidades. De seguida faz-se uma breve apresentação dos componentes e módulos mais importantes para o objectivo deste trabalho:

- *Database schema*: actualmente composta por cerca de 200 tabelas;
- *Database Abstraction Layer*: recentemente implementado em XMLDB e que habilita a possibilidade de uso de sistemas de bases de dados relacionais como MSSQL e Oracle, para além dos habituais (MySQL e PostgreSQL). Anteriormente esta camada era mantida em ADOdb;
- *Roles and Capabilities System*: definindo e controlando papéis e permissões de acesso a funcionalidades e recursos;
- *Authentication API*: que descreve as interfaces para os diferentes módulos de autenticação;
- *Email processing*: usando o protocolo SMTP e *Variable Envelope Return Path* para a distribuição de mensagens electrónicas;
- *Groups System*: estabelecendo ligações entre utilizadores para formar grupos, e agrupamento de outros grupos;
- *Grade book*: responsável pela manutenção das avaliações e classificações atribuídas ao resultado da interacção com as actividades de um curso;
- *MOODLE Network*: permitindo estabelecer ligações e permitir a partilha controlada de recursos locais com utilizadores de outros sistemas MOODLE.

2.3.2 Outras Plataformas

No relativamente recente mercado dos sistemas de apoio ao ensino, em particular dos LMS, vários outros sistemas estão disponíveis, propostos por diversas empresas comerciais – que se supõem representar cerca de 45% das adopções em instituições de ensino – ou então, como soluções *open-source*. De facto, o critério de escolha de um LMS em particular depende de vários factores que vão desde os custos que eles representam, até as capacidades de integração e personalização, e da forma como são suportados e mantidos nas organizações.

A lista de plataformas disponível é, então, extensa, propondo cada um desses sistemas uma abordagem ou filosofia pedagógicas no modo como organizam, estruturam ou estabelecem comunicação com os seus utilizadores. Obviamente, todos eles implementam de alguma forma o mesmo conjunto de funcionalidades típicas deste tipo de ambientes, sendo em alguns casos diferenciados por uma ou outra característica mais apelativa à realidade específica de cada instituição.

Enquadramento Tecnológico

Entre os sistemas *open-source* mais conhecidos e adoptados enumeram-se:

- **ATutor**, um *Learning Content Management System* desenvolvido no Canadá e disponibilizado com licenciamento GPL; [23]
- **Dokeos**, desenvolvido na Bélgica e com alguma visibilidade principalmente na Europa, igualmente disponibilizado sob licença GPL; [24]
- **ILIAS**, desenvolvido desde 1997 no enquadramento do projecto VIRTUS na Universidade de Colónia e disponibilizado sob licenciamento GPL; [25]
- **LAMS**, acrónimo de *Learning Activity Management System* é um *Learning Design System* que permite construir, gerir, e disponibilizar actividades educativas *on-line*. Proporciona uma interface visual intuitiva para a construção de sequências destas actividades que podem ser constituídas por um conjunto de tarefas individuais, trabalhos de grupo, e actividades para o conjunto de todos os alunos de um curso, baseadas na produção de conteúdos em colaboração; [26]
- **.LRN**, é considerada a plataforma de *e-Learning* e de suporte a comunidades digitais mais adoptada por empresas. Originalmente desenvolvida no MIT, a .LRN é usada no mundo inteiro por mais de meio milhão de utilizadores no ensino superior, instituições e organizações governamentais; [27]
- **OLAT**, desenvolvido na Universidade de Zurique e também disponibilizado sob licença GPL;
- **Sakai Project**, disponibilizado sob licenciamento *Educational Community License*, é fruto do desenvolvimento da Mellon Foundation, originalmente composta essencialmente por várias instituições de ensino superior americanas como a Indiana University, MIT, Stanford University, University of Michigan, a espanhola Universitat Politècnica de València, e o projecto Open Knowledge Initiative; [28]

De entre os sistemas comerciais mais adoptados encontram-se soluções como:

- **ANGEL Learning**, desenvolvido nas Universidades Indiana University-Purdue University Indianapolis (IUPUI), é uma plataforma comercial mas com uma orientação “aberta”, disponibilizando APIs e o esquema de base de dados de suporte. Contribuíram também recentemente para a iniciativa de desenvolvimento da especificação IMS/GLS Common Cartridge Digital Content Standard. Uma outra curiosidade é o facto de disponibilizar uma ilha no SecondLife para a sua comunidade de utilizadores e suporte; [29]
- Blackboard Academic Suite, uma suite de sistemas de grande visibilidade e penetração a nível internacional produzidos pela companhia americana do

mesmo nome com sede em Washington. Actualmente a sua oferta é composta pelos sistemas Blackboard Learning System – um *Course Management System*, Blackboard Community System – um *Community and Portal System*, e Blackboard Content System – um *Content Management System*; [3]

- **Desire2Learn**, é uma suite de produtos da empresa com o mesmo nome composta pelos Learning Environment (LMS), Learning Repository, LiveRoom – que disponibiliza um conjunto de ferramentas para comunicação em tempo real, ePortfolio, e Essentials – com um conjunto de ferramentas *Web-based* para criação e gestão de cursos. Em 2007 a Desire2Learn foi considerada pela consultora Deloitte no seu programa *Technology Fast 50* com sendo a 12ª companhia tecnológica com melhores índices de crescimento no Canada; [30]
- **LUVIT**, originalmente acrónimo de *Lund University Virtual and Interactive Tool*, é um sistema desenvolvido em 1999 na Universidade de Lund, baseado no sistema operativo Microsoft Windows, que mais tarde se tornou um produto comercial. Inicialmente composto apenas por uma ferramenta de criação de cursos *on-line*, é desde 2005 uma suite de ferramentas designada por Luvit Portal agora na versão 2.5. O Luvit Portal agrega as ferramentas Luvit Education Centre (o LMS), Luvit Resource Centre que faz a gestão de utilizadores, cursos e conteúdos, e-Val – uma ferramenta para avaliações e questionários – entre outras, anteriormente disponibilizadas separadamente; [4]
- **SAP Enterprise Learning**, que oferece extraordinárias funcionalidades de integração com os restantes produtos da mesma companhia na procura de uma resposta global de todas as necessidades das organizações, cobrindo essencialmente todas as suas áreas de negócio; [31]
- **WebCT**, actualmente propriedade da Blackboard Inc., foi originalmente desenvolvido na University of British Columbia e que hoje é disponibilizado na forma de dois *Course Management System* distintos: Blackboard Vista, Blackboard Campus Edition; [2]

2.4 APIs Abertas

Seguindo a filosofia inerente aos conceitos que suportam a ideia de uma versão 2.0 da *Web*, muitas companhias presentes na *Internet* disponibilizam APIs e *frameworks* abertas para que todos os que queiram as possam utilizar de forma fácil e transparente. Muitas delas, como é por exemplo o caso da Google, disponibilizam de forma aberta bibliotecas completas de funções que funcionam como base de trabalho para a

construção de ferramentas e funcionalidades de grande utilidade. Esta é, de facto, uma nova forma de fazer negócio, beneficiando não só as companhias que as suportam e fornecem, como os seus utilizadores que desta forma conseguem atingir os seus objectivos de formas nunca vistas. A ideia é bastante simples: permitir trazer para ambientes procurados por um enorme número de utilizadores informação que de outra forma só estaria disponível noutros locais, quebrando assim a barreira das fronteiras entre sistemas e serviços e promovendo um verdadeiro estado *on-line*.

Uma API (*Application Programming Interface*) permite a programadores fazer uso de funcionalidades disponibilizadas por um determinado conjunto de componentes ou módulos sem ter necessidade de ter acesso ao seu código fonte. Quando uma API é disponibilizada ao público em geral sem que para isso seja necessário estabelecer nenhuma forma de pagamento ou contrato, essa API diz-se aberta. APIs abertas foram, de certa forma, o catalisador para o rápido surgimento de serviços com filosofias *Web 2.0*, e a criação de *mash-ups* de informação provenientes de diferentes fontes.

A lista de APIs disponíveis é actualmente bastante extensa, cobrindo grupos de funcionalidades e necessidades muito diversas e que vão desde a publicidade, pesquisa, comunicação, informação financeira, informação geo-espacial, distribuição multimédia, informação noticiosa, lazer, compras e vendas, entre muitos outros. Vários sítios na *Web* fazem uma detalhada compilação das inúmeras APIs disponíveis, associando-lhes informação das suas utilizações de maior sucesso. Um exemplo de um desses sítios é o Programmable Web¹. O exemplo de maior reconhecimento desta realidade é a do Google Maps API, que permite a criação de ferramentas e aplicações que incluem mapas em conjugação com qualquer tipo de outras informações, e que tem mais de 1500 *mash-ups* catalogados.

2.5 Ajax

A forma de implementação prática de aplicações e serviços *Web 2.0* tem largamente adoptado um grupo de tecnologias habitualmente referidas como Ajax – *Asynchronous JavaScript + XML* – um termo que foi cunhado por Jesse James Garret, e que tenta capturar a forma de abordagem de trabalhar com, e para a *Web*, e o uso de um conjunto específico de tecnologias.

Uma das grandes frustrações dos utilizadores de *websites* tradicionalmente construídos em HTML prendia-se com o tempo de espera para que as páginas refrescassem depois de terem escolhido uma simples opção, ou seguirem uma ligação. Ao longo do tempo, várias tentativas de melhorar o dinamismo das páginas foram levadas a cabo através do recurso a técnicas específicas envolvendo JavaScript, *hidden*

¹ <http://www.programmableweb.com>

frames, Dynamic HTML (DHTML), CSS, ou as ferramentas XMLHttpRequest ActiveX da Microsoft. No entanto, foi apenas com a introdução do Ajax que este conjunto de expectativas teve sucesso.

Com Ajax é possível transmitir e receber apenas as quantidades de informação necessárias ao dinamismo, assim que a página tenha sido carregado no navegador do utilizador. Isto permite que apenas uma pequena porção da página seja dinamicamente refrescada em tempo real criando em consequência a sensação e aplicações mais “naturais” e mais ricas ao proporcionar interfaces de resposta rápida, tal como as que são habitualmente encontradas nas aplicações de *desktop*.

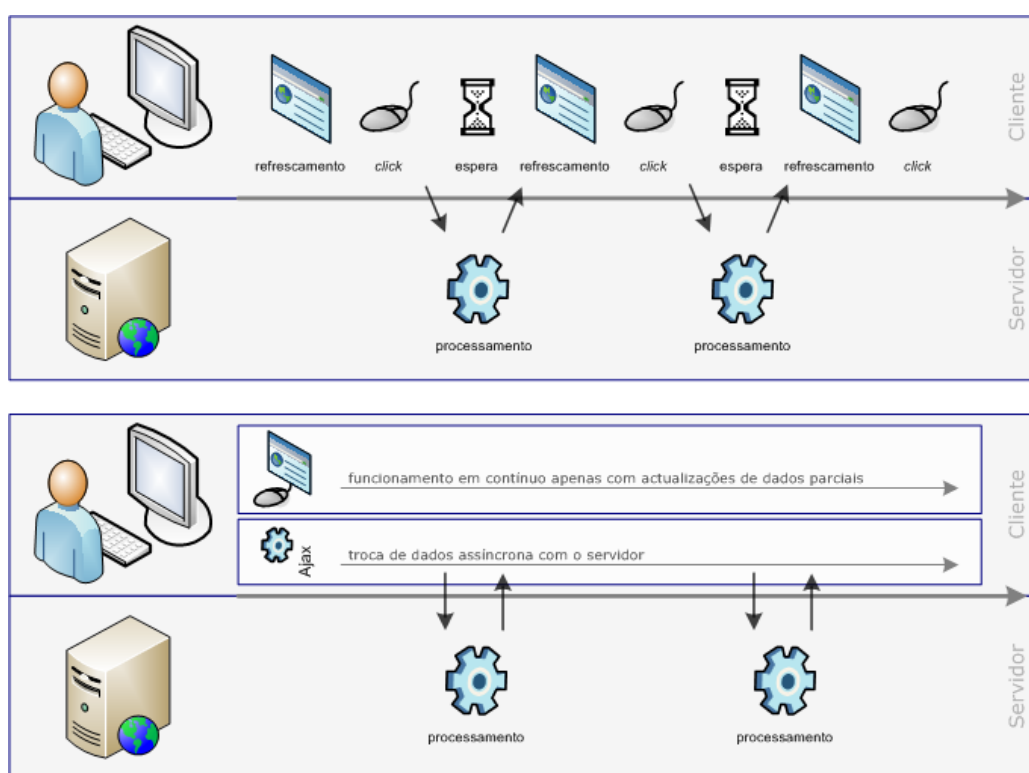


Figura 2.9: Experiência de utilização de Ajax¹

Apesar de o Ajax ser um grupo de tecnologias, o motor que tem por trás é o componente principal. Este motor age como um intermediário, colocando-se entre o cliente (navegador do utilizador) permitindo comunicação assíncrona com o servidor de pequenas quantidades de dados. Assim, por exemplo, se uma determinada página *Web* é composta por uma grande quantidade de texto ou de outros elementos, e entre eles existir um gráfico relativo à evolução de cotações de bolsa, então a informação desse gráfico pode ser actualizada assincronamente em tempo real sem se forçar a necessidade

¹ Figura baseada nas publicadas em [56]

de refrescar a totalidade da página num intervalo regular de tempo. O motor do Ajax permite processar todas as acções que normalmente resultariam num contacto com o servidor e consequente refrescamento da totalidade da página, antes de os realizar concretamente.

Ajax baseia-se fundamentalmente em JavaScript e XML sendo interpretado correctamente e de forma eficiente pela maioria dos navegadores actuais. Outras tecnologias envolvidas são: HTML/XHTML que são as formas habituais de apresentar informação nos navegadores, CSS, *Document Object Model* (DOM) que possibilita o controlo dinâmico dos documentos, XML e XSLT para a troca e manipulação de dados, XMLHttpRequest para a obtenção assíncrona de dados do servidor, e JavaScript.

Capítulo 3

Definição do Problema

Os alunos de hoje desejam ter acesso sempre que desejam a um ensino de qualidade, disponível em qualquer lugar e em qualquer altura, suportado por bons serviços. O que é então necessário para proporcionar o melhor ambiente de aprendizagem, caracterizado de significado, aberto e flexível? Várias dimensões estão implicadas na resposta a esta questão e elas passam pelos domínios institucional, pedagógico, tecnológico, de interacção, avaliação, gestão, suporte e ético. [32] Para cada um destes domínios novas questões podem ser colocadas. Na dimensão institucional as preocupações focam-se obviamente em assuntos administrativos, académicos e serviços a prestar aos alunos, que vão desde questões de orçamentação, estabelecimento de parcerias com outras instituições, visibilidade externa, recrutamento, ingresso, acreditação, qualidade institucional, orientação e aconselhamento, oferta de bibliotecas e laboratórios, entre muitas outras. Um leque de outras problemáticas poderia ser apresentado para cada um dos restantes domínios. Enquanto uma significativa transformação dos ambientes de aprendizagem tem sido levada a cabo nos últimos tempos com as instituições a repensar e a redesenhar a forma como praticam o ensino, as implicações de uma mudança no sentido de uma *Web* altamente participativa e centrada no utilizador exigem uma reconsideração da corrente abordagem na integração de tecnologia no paradigma dos processos de ensino e aprendizagem. [33]

Até agora, os esforços levados a cabo na integração de tecnologia no ambiente de aprendizagem evoluíram de forma significativa dentro de fronteiras estabelecidas pelas instituições, suportados por tecnólogos. Mas com a rápida evolução de uma *Web* voltada para o utilizador que altera expectativas na sua forma de participação em diversas áreas da sociedade, é fundamental que as instituições iniciem uma discussão mais alargada sob a forma como se organizam e pretendem abraçar estes novos paradigmas de comunicação. Nos últimos tempos muitas organizações estiveram empenhadas na implementação de tecnologias educativas, ainda que com resistências por parte de muitas pessoas, e hoje os LMS evoluíram para uma escala de efectiva

Definição do Problema

adopção em muitas dessas organizações. Mas o aparecimento de novas ferramentas num ambiente *Web 2.0* parece sugerir que os sistemas de *e-Learning* “tudo-em-um” se estão a tornar obsoletos.

É então essencial não só adoptar as filosofias das ferramentas e serviços da *Web 2.0*, mas mais do que tudo, definir uma abordagem aberta e colaborativa na natureza dos ambientes de *e-Learning*. Os recursos e serviços educativos podem ser separados dos seus canais e veículos habituais de distribuição e, dessa forma, atingir novos horizontes.

3.1 Contexto

A Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) é uma instituição Portuguesa de ensino da Engenharia, integrada na Universidade do Porto, na qual são ministrados diversos cursos de pré e pós graduação nos vários ramos da Engenharia. Com origens que datam do século XVIII, a Instituição passou a designar-se Faculdade de Engenharia em 1926. Conceituada a nível nacional e internacional, a instituição não só se destaca no ensino mas também pelas actividades que desenvolve nos ramos da investigação e prestação de serviços, através de centros de investigação e institutos de interface, organismos que têm por objectivo principal o aproveitamento do potencial científico, técnico, humano e material da Faculdade no desenvolvimento da investigação fundamental ou aplicada. [34]

O enquadramento das actividades de *e-Learning* na FEUP esteve definido num plano estratégico desenvolvido pelo Conselho Consultivo para o *e-Learning*, que integrava docentes dos vários departamentos, e que definiu objectivos estratégicos de autonomia na aprendizagem, de criação de competências pedagógicas, de valorização dos conteúdos e de afirmação nacional e internacional na área. A sua missão é, portanto, a de contribuir para a melhoria da eficácia de ensino e da aprendizagem. O *e-Learning* constitui um instrumento para motivar os alunos, transformando-os em agentes activos e empenhados no processo de aprendizagem, auxiliando simultaneamente a intervenção do docente como facilitador deste processo. Pretende-se com isto que os alunos da FEUP sejam autónomos na sua aprendizagem e possuam competências de comunicação e trabalho colaborativo, que facilitem a sua integração profissional em equipas multidisciplinares. Por outro lado, as competências pedagógicas dos docentes devem ser reconhecidas, valorizadas e solidificadas, para que se mantenha um elevado nível de qualidade da transmissão de conhecimento e experiência aos alunos, essencial para o sucesso profissional dos mesmos e para o prestígio e afirmação da Faculdade.

Definição do Problema

Os objectivos estratégicos para as actividades de *e-Learning* na FEUP podem então ser resumidos da seguinte forma: [35]

- **Autonomia na aprendizagem** – Considerando que um factor essencial na competitividade dos alunos no mercado profissional é o da capacidade para a aprendizagem ao longo da vida, de forma autónoma, a FEUP pretende desenvolver nos alunos as competências necessárias, nomeadamente pela generalização do uso dos sistemas de *e-Learning* na Faculdade, desenvolvimento de competências de comunicação, trabalho colaborativo e pesquisa de informação nos alunos, e promoção da realização de projectos curriculares e extra-curriculares, nos quais o trabalho colaborativo e multi-disciplinar seja essencial;
- **Competências pedagógicas com recurso às tecnologias de informação e comunicação** – Reconhecendo que o papel do docente é fundamental como facilitador do processo de aprendizagem e na aquisição de conhecimento e experiência pelos alunos, pretendendo promover a criação de competências pedagógicas dos docentes no âmbito do *e-Learning*, através da promoção de acções de formação para docentes no uso das ferramentas de *e-Learning*, da promoção do estudo e aplicação de práticas pedagógicas adequadas, e da valorização curricular das actividades pedagógicas comprovadamente eficazes;
- **Valorização dos conteúdos para formação** – Atendendo à relevância de uma correcta gestão do património de conteúdos produzidos ou adquiridos para a formação, tendo em vista a sua reutilização ou aproveitamento em novos contextos, como a formação contínua ou a criação de publicações electrónicas, promovendo a partilha e reutilização de conteúdos de formação entre disciplinas e docentes, a valorização curricularmente a produção de conteúdos de elevada qualidade, e dinamização da produção de publicações electrónicas com base nos conteúdos de formação;
- **Afirmação nacional e internacional** – Reconhecendo a importância da afirmação nacional da Faculdade como escola de referência e da internacionalização das suas actividades, procurando participar em programas e redes de cooperação na área do *e-Learning*, realizar regularmente acções de divulgação e debates sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação na formação, e adoptar formatos normalizados e abertos nos conteúdos e aplicações para *e-Learning*.

Para que os recursos computacionais e de informação utilizados nas actividades de ensino e aprendizagem contribuam decisivamente para a eficácia do processo de formação, o Conselho Consultivo para o *e-Learning* da FEUP recomendava também

Definição do Problema

que se evoluísse no sentido da máxima integração entre os diversos sistemas envolvidos nas actividades de ensino, tendo em vista a transparência e eficácia no seu uso. [35]

3.1.1 Sistema de Informação Académico

O SIGARRA é um sistema de informação académico, resultado de desenvolvimento na Universidade do Porto (UP), que surge como um projecto em 1996 na FEUP. Pretendia-se nessa altura criar um sistema integrado baseado na *Web* para gestão de informação académica, que mais tarde se veio a articular fortemente com o GAUP, um sistema de Gestão de Alunos da UP bastante generalizado por todas as faculdades da UP. Em 2003 iniciou-se a integração do GRHUP, o sistema de Gestão de Recursos Humanos da UP com o então chamado de SiFEUP (Sistema de Informação da FEUP). A partir de 2003, com a constituição do Instituto de Recursos e Iniciativas Comuns da Universidade do Porto (IRICUP), o SI passou a ser disponibilizado às restantes faculdades da UP sob o nome de SIGARRA, sendo actualmente o sistema de informação em uso na maioria delas. [36] Por comodidade e do próprio contexto na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, no decorrer deste documento o sistema de informação académico será simplesmente referido como SiFEUP.

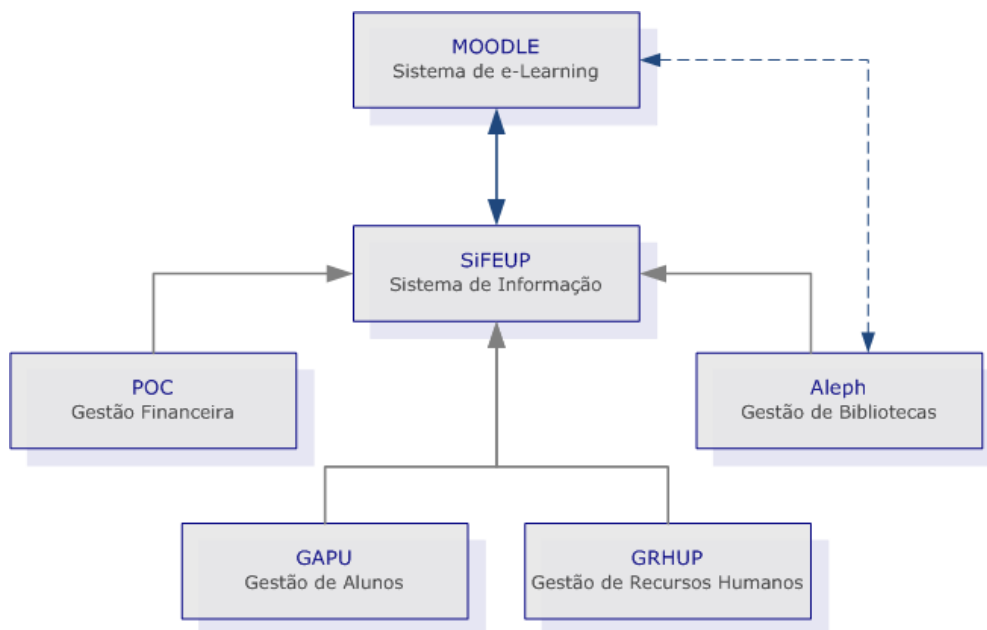


Figura 3.1: Arquitectura lógica de sistemas na FEUP

O SiFEUP tem como objectivos básicos disponibilizar o acesso à informação académica e institucional e dinamizar a colaboração entre os seus membros, procurando privilegiar o utilizador final relativamente às facilidades e funcionalidades a incorporar

Definição do Problema

no sistema. É, então, responsável por armazenar e recuperar os dados a que a FEUP está legalmente obrigada – inscrições, classificações, certidões, entre outros – e melhorar a comunicação multilateral no interior da FEUP, quer do ponto de vista de divulgação, quer de obtenção de informação, quer ainda da sua transferência e disseminação. Visa assim, fornecer aos órgãos de gestão central e departamental informações que possibilitem a monitorização e que sirvam de suporte à decisão e operacionalização nas várias vertentes de actividade da FEUP, contribuir para o continuado melhoramento da qualidade do ensino praticado na FEUP através do fornecimento aos alunos de informação relativa aos diferentes cursos, planos de estudo, fichas de disciplina, respectivos recursos bibliográficos e computacionais, serviços de apoio, actividades de investigação e sociais, e apoiar as actividades de I&D, em termos de facilidade de pesquisa de informação e de divulgação de resultados.

A FEUP tem vindo a fazer um esforço no sentido de que os objectivos do SiFEUP sejam concretizados da forma mais eficiente e eficaz possível, tendo sempre em presença os aspectos de segurança que, em qualquer sistema de informação, se colocam com de grande importância. As opções estratégicas principais na continuação do desenvolvimento do sistema passam por subsistemas de gestão de alunos e de contabilidade a funcionar de forma autónoma em sub-redes isoladas e a verter informação para o sistema principal; e por uma progressiva integração das várias aplicações dispersas e funções ainda não automatizadas das restantes actividades da FEUP num sistema coerente visando a consolidação dos dados estruturados numa base de dados relacional (Oracle) e o acesso à informação preferencialmente por navegadores *Web*. [37]

A manutenção e suporte ao SiFEUP é da responsabilidade do Centro de Informática Prof. Correia Araújo (CICA), e em particular da Unidade de Sistemas de Informação (USINF). O CICA exerce a sua actividade no âmbito do planeamento, do desenvolvimento, da implementação, da gestão e da manutenção de recursos e serviços de informática e redes de comunicação, para toda a comunidade da FEUP, promovendo a sua utilização e inovação, tendo como missão disponibilizar e assegurar a operacionalidade destes recursos e serviços, promovendo a sua utilização e inovação.

3.1.2 Sistema de e-Learning

Ainda que com algumas participações individuais de pequenos grupos e outras iniciativas esporádicas, o *e-Learning* começa na FEUP no final da década de 90, paralelamente à evolução do SiFEUP, com alguns professores a experimentar o potencial da *Internet* utilizando páginas HTML para publicação de conteúdos das suas aulas. Estas iniciativas já manifestavam o interesse na área e nas novas ferramentas que potenciavam outros processos de ensino e aprendizagem baseado em tecnologias de informação e comunicação. Nessa altura surgem alguns projectos europeus em que a

Definição do Problema

FEUP participa, no âmbito dos programas Leonardo da Vinci e Sócrates-Minerva, que ajudam à divulgação, disseminação e aplicação das novas ferramentas e da *Web* no ensino.

Um marco importante acontece em Junho de 2000 com a organização da conferência WBLE – *Web-Based Learning Environments*, no âmbito das actividades do projecto Merlin2000 [38] [39] e que atraiu um número significativo de investigadores de toda a Europa. É em 2000 com a participação neste projecto que a faculdade participa activamente no desenvolvimento de uma plataforma de *e-Learning* que viria a ser instalada para suporte ao projecto e experimentação por parte de docentes e alunos e posteriormente a primeira a ser adoptada oficialmente. Desenvolvido pela Universidade de Lund, um dos parceiros do projecto Merlin2000, o Luvit LMS [4] é adquirido em Abril de 2002 e disponibilizado a toda a comunidade da FEUP no ano lectivo 2002/03. Importa referir que o contrato então estabelecido era de *technical partner*, proporcionando acesso privilegiado a suporte e desenvolvimento de novas funcionalidades para o LMS.

No início, sem qualquer divulgação, apenas alguns professores adoptaram o LMS no apoio às suas aulas em regime de *blended-learning*, mas o número não tardou a aumentar consideravelmente. No ano lectivo 2003/04 a Universidade do Porto testa também o LMS da Luvit, paralelamente a outra plataforma de *e-Learning* que já disponibilizava, e que veio a adoptar no ano lectivo seguinte. No âmbito do projecto Edukalibre [40] [41], é instalada outra plataforma de *e-Learning* na FEUP, *open-source*, o MOODLE [22]. Depois de alguma experimentação, em 2003/04 o MOODLE é utilizado por alguns professores e no ano lectivo de 2004/05 é também disponibilizado oficialmente pelo *e-Learning* na FEUP. Em 2006, com a preferência crescente do MOODLE por parte dos utilizadores face ao Luvit LMS, a Universidade do Porto decide pela não renovação do contrato com a Luvit e esta plataforma é descontinuada.

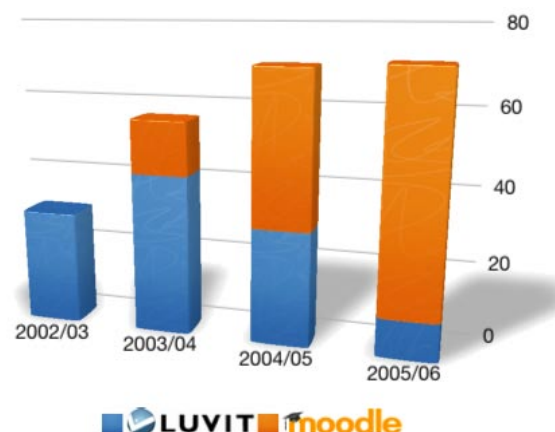


Figura 3.2: Evolução de utilização dos LMS na FEUP¹

¹ Referência: [76]

Definição do Problema

Perante a crescente utilização do sistema de *e-Learning* tornava-se imprescindível, após assegurar estabilidade e qualidade na infra-estrutura de suporte, melhorar a utilização do próprio sistema, partindo não só no sentido de maior integração da plataforma MOODLE com os restantes sistemas de informação da FEUP como no sentido de disponibilizar informação do mesmo noutros sistemas. Pretendeu-se então fornecer aos utilizadores meios rápidos e eficientes de procura e disponibilização de informação sem duplicação de dados ou de esforços, mas também no desenvolvimento de funcionalidades complementares à plataforma, olhando também para a crescente utilização dos dispositivos móveis e novas ferramentas *Web*, que reflectam as necessidades reais dos utilizadores e contribuam para melhores práticas e evoluções nos processos de ensino e aprendizagem.

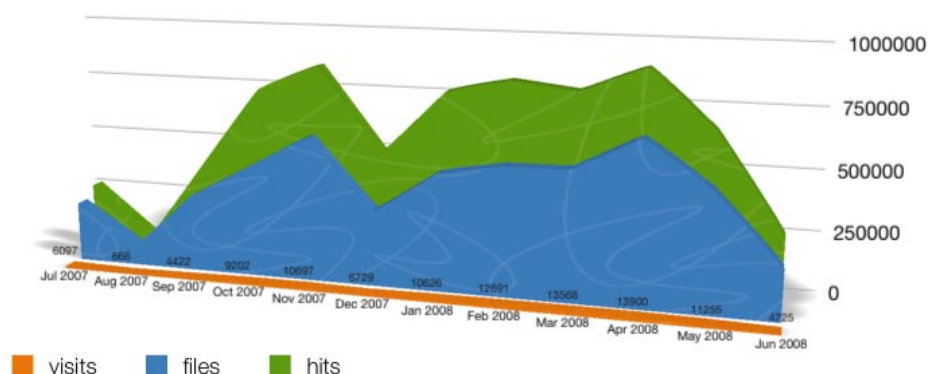


Figura 3.3: Evolução da utilização do MOODLE na FEUP¹

As iniciativas de integração e abertura do *e-Learning* na FEUP foram várias, nomeadamente:

- Em 2003 foi desenvolvido um armazém de dados para apoio à gestão do sistema de *e-Learning* na LUVIT LMS;
- O *plugin Course Readings* desenvolvido para o Luvit em 2004, fazia a integração de um sistema externo de gestão de bibliotecas (Aleph) com o Luvit LMS, retornando a bibliografia recomendada de uma disciplina dentro do curso Luvit respectivo;
- Em 2005 foi desenvolvida uma ferramenta para agilizar os processos de inscrição de alunos, cursos e instanciação automática dos cursos no Luvit LMS, utilizando LDAP e dados do SiFEUP;

¹ Referência: [76]

Definição do Problema

- Em 2007 foi instalado o LAMS@FEUP, integrado com o MOODLE, que permite a criação de cursos MOODLE com actividades LAMS ou de cursos que sejam por si só um percurso de actividades LAMS;

A manutenção e suporte do MOODLE na FEUP é da responsabilidade do Serviço de Imagem, Comunicação e Cooperação (SICC), em particular da Área de Tecnologia Educativa (aTE) da Unidade de Tecnologias da Informação e Comunicação Multimédia (uTICM). O SICC exerce a sua actividade no âmbito da promoção das actividades de ensino, I&D e extensão da FEUP, da cooperação e da dinamização da comunicação interna para uma utilização eficiente da informação. As suas competências de actuação incluem, entre outras, a gestão das aplicações e serviços de *e-Learning*, prestação de um serviço de apoio e formação aos seus utilizadores, intervir pro-activamente na usabilidade, acessibilidade e integração de sistemas e aplicações.

3.2 Partilha e Disseminação de Informação

Neste contexto, definem-se três classes de utilizadores ou entidades com interesses específicos no LMS. Cada uma destas classes apresenta necessidades individuais, representando cada uma dessas necessidades uma preocupação que é necessário ter em linha de conta para a construção de um ambiente óptimo para a gestão de informação necessária às actividades de ensino, e que ao mesmo tempo, vá de encontro às pretensões da própria organização. Essas classes de utilizadores e suas necessidades envolvendo partilha e disseminação de informação entre sistemas podem resumir-se da seguinte forma:

- **Equipas de suporte** – responsáveis pela sua manutenção, e também pela disponibilização dos mecanismos necessários ao suporte das actividades de *e-Learning* na organização. Para além das tarefas óbvias de manutenção da própria infra-estrutura de suporte, são quem deve:
 - Possibilitar o acesso ao sistema, através da disponibilização de mecanismos de autenticação e validação, manutenção de informação relativa a dados pessoais e identificativos dos seus utilizadores;
 - Disponibilizar as áreas de trabalho correspondentes a cada disciplina, mantendo as suas respectivas informações de identificação e relações com planos de estudo e programas curriculares;
 - Criar e manter as relações entre cursos e os seus respectivos utilizadores, atribuindo-lhes os devidos níveis de acesso e competências;
 - Monitorar e suportar o uso do sistema com a intenção de melhorar a forma como este é utilizado por todos os seus utilizadores, identificando novas

Definição do Problema

tendências e necessidades, e aperfeiçoar e propor novas funcionalidades e formas de interacção.

- **Professores** – são um dos dois tipos de utilizadores finais e, a um determinado nível, são mesmo os produtores e gestores de informação e recursos, e também responsáveis operacionais dos processos organizacionais que envolvem as actividades lectivas. Isto envolve, entre outras coisas:
 - Publicar e disponibilizar recursos educativos para acesso pelos seus alunos;
 - Publicar e disponibilizar informação sobre as actividades lectivas, nomeadamente sumários das aulas e planos de trabalho, datas de avaliações, entre outros;
 - Obter informação relativa ao nível participação e cometimento dos seus alunos com as actividades do curso;
 - Publicar a ficha da disciplina contendo informação relativa ao seu funcionamento geral, metodologias de ensino, métodos e épocas de avaliação, bibliografia obrigatória e recomendada, entre outras informações;
 - Publicar classificações relativas às actividades lectivas e de avaliação.
- **Alunos** – o segundo dos dois tipos básicos de utilizadores do LMS, e que corresponde ao público-alvo das actividades da organização a nível global e, em particular das que são desenvolvidas e levadas a cabo pelos professores dos cursos que frequentam. Pretendem:
 - Consultar informação sobre as actividades lectivas dos cursos, como os sumários das aulas, planos de trabalho, datas de avaliações;
 - Consultar informação relativa ao funcionamento das disciplinas que frequentam, metodologias de ensino, métodos e épocas de avaliação, bibliografia, entre outras constantes na ficha da disciplina;
 - Aceder aos conteúdos e recursos disponibilizados nos cursos;
 - Participar nas actividades propostas pelos professores, submetendo os seus trabalhos e participando nas avaliações.

O diagrama apresentado de seguida resume de uma forma abstracta as actividades envolvidas no ciclo de vida de um curso em *e-Learning*. No decorrer desta apresentação, o termo curso refere-se à entidade LMS e que é habitualmente mapeada naquilo a que estamos habituados a referir como uma disciplina de um plano de estudo.

Definição do Problema

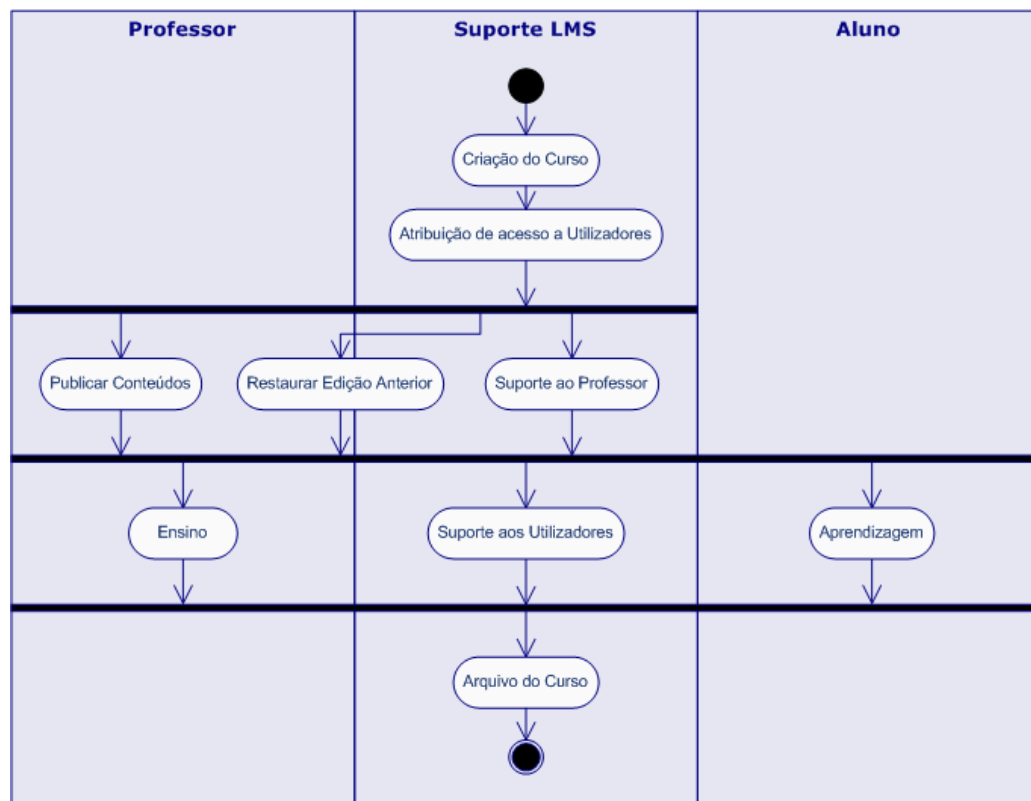


Figura 3.4: Ciclo de vida de um curso em *e-Learning*

3.2.1 Cooperação Interna entre Sistemas

Num cenário de não comunicação entre os sistemas internos à organização, a partilha da informação que se encontra dispersa entre eles, implicava muitas vezes duplicação de tarefas para que estas actividades fossem levadas a cabo com sucesso. Assim, isto implicava, por exemplo, que a equipa de suporte do LMS recorresse a metodologias *ad-hoc* que envolviam uma qualquer forma de exportação de dados do SI, e um tratamento manual desses dados para que posteriormente pudessem ser usados no LMS na criação das entidades necessárias (contas de utilizador, cursos, categorias de cursos, entre outros) ao seu correcto funcionamento. Este processo não ocorre apenas no início dos períodos lectivos, obrigando à actualização destes dados ao período de vida dos cursos, em especial no que diz respeito às inscrições de alunos. No caso dos professores, essas actividades são particularmente fastidiosas levando, em algumas situações, à criação de fortes resistências na adopção do LMS como sistema de apoio ao ensino. Por imposição da Faculdade, os professores são obrigados a colocar no SI os sumários das suas aulas. Assim, um professor que tenha essa informação disponível no LMS, terá de manualmente replicar lá essa informação, o mesmo acontecendo para o

Definição do Problema

caso das classificações em que é necessário exportar esses dados do LMS, manipulá-los para que posteriormente sejam aceites no SI. Importa referir que ambos os sistemas disponibilizam formas de exportação de dados, permitindo em algumas circunstâncias também a sua importação em formatos em estruturas próprias, que normalmente não são coincidentes.

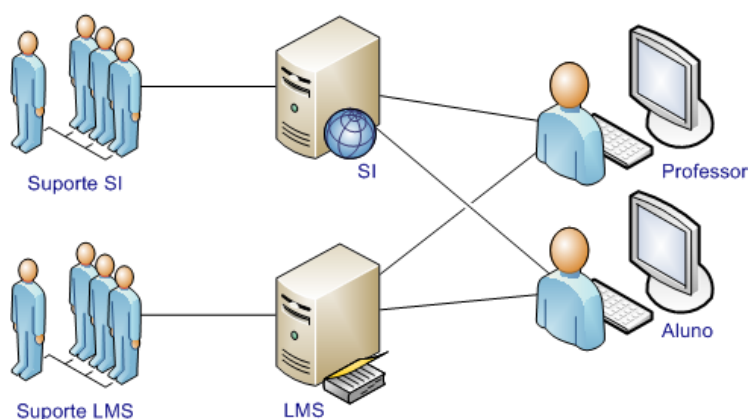


Figura 3.5: Cenário de utilização de sistemas não integrados

O processo de integração entre o MOODLE e o SiFEUP vem sendo discutido e trabalhado desde há algum tempo entre os diferentes Departamentos intervenientes e por eles responsáveis, e foi também alvo de um projecto académico desenvolvido no âmbito da disciplina de Laboratório de Gestão de Projectos do Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação. Nesta primeira fase, foram essencialmente documentados os requisitos para a integração, tendo sido produzidos vários documentos que pretendiam servir de apoio às actividades de desenvolvimento necessárias.

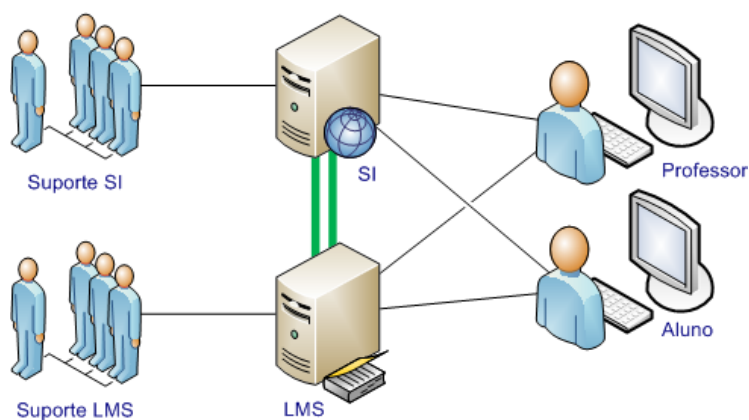


Figura 3.6: Cenário de utilização de sistemas integrados

Definição do Problema

O objectivo que foi estabelecido era o de se conseguir um grau de integração tal entre os dois sistemas, que permitisse a partilha de informação entre eles de modo a facilitar as suas actividades. Por um lado, pretendia-se fornecer ao LMS todos os elementos administrativos constantes no SI, como é o caso da ficha da disciplina, as inscrições dos alunos nas diversas disciplinas, os sumários das aulas, entre outros, e que são obviamente necessários a um bom funcionamento das actividades lectivas. Por outro lado, definiam-se também necessidades de introdução de dados no SI, de forma transparente, relativos às actividades que decorrem no LMS e com interesse administrativo, como é, por exemplo o lançamento de classificações e os sumários das aulas. Foram vários os aspectos então definidos nesse estudo, resultando na definição de um conjunto de funcionalidades que seriam necessário implementar, tais como:

- **Gestão de cursos e utilizadores** – Descrevendo mecanismos de criação e actualização automática, ou a pedido, de cursos, utilizadores e suas respectivas relações no LMS, em função da informação administrativa disponível no SI para cada período lectivo;
- **Conteúdos dos Cursos** – Importação e sincronização no LMS de elementos e referências constantes no SI relativos a um curso, como é o caso da ficha da disciplina, sumários das aulas, horários das disciplinas, eventos e datas importantes ou com relevo para o curso ou utilizador, sincronização da área de conteúdos e ficheiros das disciplinas, entre outros;
- **Classificações** – Pretendendo possibilitar o lançamento de classificações de actividades realizadas no LMS directamente no SI, de forma transparente para o professor, para posterior tratamento pelos Serviços Académicos da Faculdade;
- **Notificações** – Estabelecendo formas de informação aos utilizadores no LMS relativa à disponibilidade de notificações activas existentes no SI, pretendendo-se com isto facilitar os processos de negócio da instituição e promover, por exemplo no caso dos alunos, a participação em iniciativas como os Inquéritos Pedagógicos realizados no final de cada período lectivo cujo objectivo é o de ajudar a desenvolver e melhorar os serviços e actividades prestadas à comunidade académica;
- **Autenticação e Acesso** – Verificação e validação automática da identidade dos utilizadores provenientes de um sistema no outro, permitindo a consulta e produção de informação de forma transparente nos dois sistemas. Este não era só por si um requisito fundamental, ainda que seja significativo na forma e qualidade da interacção com os sistemas que é proporcionada aos seus utilizadores.

Definição do Problema

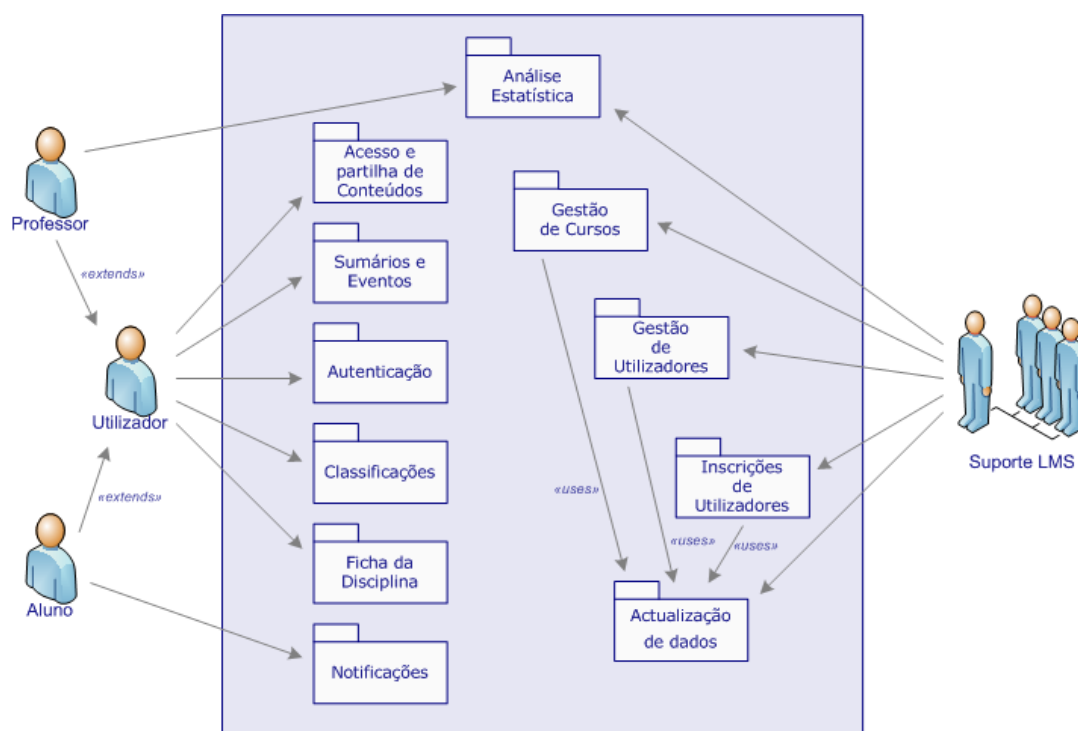


Figura 3.7: Visão abstracta de necessidades de utilização

A transferência de dados entre os sistemas pode ser feita de duas formas distintas, cada uma delas com as suas implicações de implementação prática:

- *Push* – um sistema ao ter conhecimento de uma alteração de dados que é do interesse do outro, informa-o dessa alteração, fornecendo-lhe os dados a actualizar (ou criar);
- *Pull* – um sistema interroga o outro relativamente a alterações nos dados que possam ter entretanto ocorrido. Um pedido deste tipo pode referir-se a um conjunto de dados bem definido e particular – por exemplo quais os alunos que estão actualmente inscritos a uma disciplina – ou referir-se à totalidade do domínio implicando a transferência de toda a informação disponível.

Ambos os métodos apresentam vantagens e desvantagens. O primeiro é vantajoso na medida em que apenas circula a informação necessária quando de facto existe essa necessidade. A desvantagem neste caso tem que ver com a forma de implementação dos mecanismos necessário ao nível dos sistemas para fazer despoletar a transferência de dados quando estes sejam alterados. No caso de uma abordagem *pull* este problema em concreto não se coloca, no entanto poderá ser problemático implementar uma forma de identificar que dados sofreram alterações desde o último pedido recebido. No pior

Definição do Problema

cenário, a totalidade dos dados do domínio serão transferidos criando desperdício. No caso, por exemplo, da gestão de utilizadores, cursos e inscrições a transferência de dados poderá ser feita por qualquer um dos dois métodos, mas o mesmo não acontece no caso do acesso e partilha de recursos de um curso onde se espera que as alterações que sejam feitas num dos sistemas sejam imediatamente visíveis no outro.

3.2.2 Disseminação com os Utilizadores

“Today’s child is bewildered when he enters the 19th century environment that still characterizes the educational establishment where information is scarce but ordered and structured by fragments, classified patterns, subjects, and schedules.”

– Marchall McLuhan, 1967

Com todas as mudanças que se verificam nos últimos tempos, relativos à forma como os alunos se colocam perante as questões do ensino e da sua própria aprendizagem pode afirmar-se que o paradigma da educação, a forma como ela se pratica, foi também forçado a mudar. As novas tecnologias de informação e comunicação fizeram lançar a *Web 2.0* com todas as suas ferramentas e novos conceitos, e o potencial de usar um ambiente baseado na *Web* que permita uma verdadeira aprendizagem pessoal tornou-se uma realidade. Os alunos de hoje representam as primeiras gerações que nasceram e cresceram em contacto com tecnologias, rodeados de uma panóplia de engenhocas digitais, da *Internet* e dos telemóveis. Eles são a geração do MP3 e do SMS, mudaram a *Internet* “download” para a *Web* “play”. Estes nativos digitais estão habituados a receber informação rapidamente, gostam de tratar de várias questões em simultâneo de forma paralela. Eles preferem construções gráficas e só depois textuais (e não o contrário), e funcionam muito melhor quando integrados numa rede. Independentemente da posição ou nível de ensino, quer ele seja o básico, secundário ou superior, o que realmente importa para um ensino enquadrado neste novo contexto é proporcionar o acesso efectivo a recursos educativos apelativos e de qualidade, demonstrando inequivocamente que os resultados serão benéficos para quem os usa.

Mas proporcionar o acesso efectivo a recursos educativos apelativos e de qualidade não se limita ao alargamento ou melhoria nas possibilidades de como os obter. Implica também a disponibilização dos materiais de suporte dos cursos, referências e bibliografia que devem ser de qualidade, o estabelecimento de comunidades de aprendizagem constituídas por professores e outros alunos, e acesso a todos os outros recursos normalmente usados para suportar o ensino. A vantagem em

Definição do Problema

proporcionar um acesso eficaz está na conveniência que isso representa para quem estuda, tornando motivadoras e frutuosas as experiências educativas. Este é um jogo que pode ser jogado em diversos campos. Podemos obviamente investir na qualidade da informação, na sua organização, na demonstração do seu interesse e relevância e de que vale a pena investir nela usando os sistemas e métodos já disponíveis (o LMS é obviamente um deles). Mas também podemos tentar levar essa informação aos locais onde os novos alunos estão, onde vivem e socializam digitalmente, colocando-a a par com a restante informação que eles consideram relevante para as suas vidas. Porque não fornecer experiências educativas na mesma forma que eles se informam da evolução da sua equipa ou jogador preferidos?

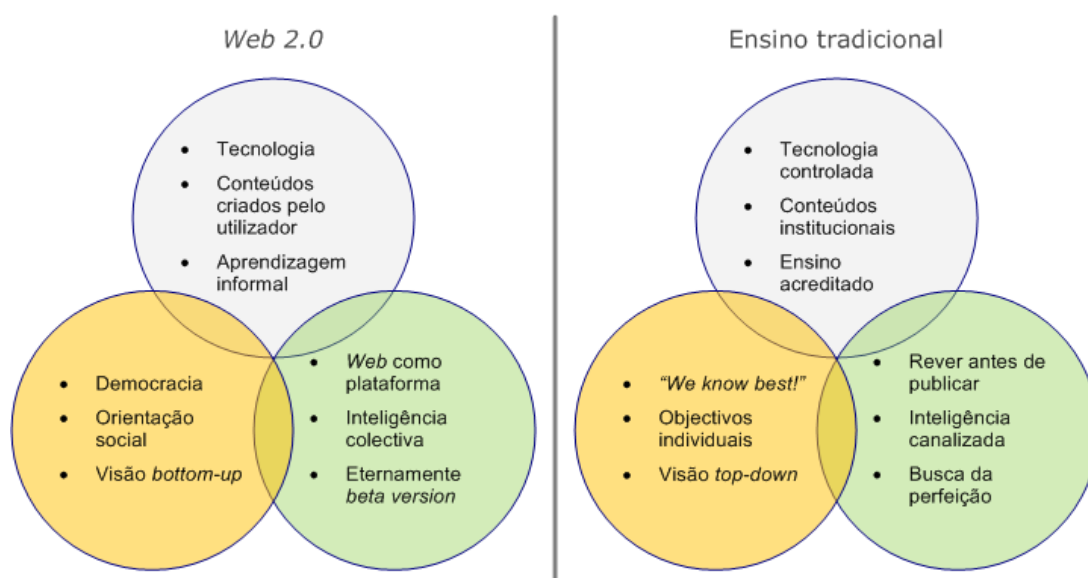


Figura 3.8: Características da Web 2.0 e do ensino tradicional

Um dos aspectos mais evidentes da Web 2.0 é sem dúvida o *social networking*, que se resume em estabelecer ligações, aproximando as pessoas. Hoje em dia a ideia de que um *website* se vai lembrar de um utilizador na sua próxima visita é tomada como quase certa. *Social networking* leva, na prática, este conceito vários passos adiante: o *website* não só sabe quem o utilizador é, como sabe os seus gostos e quem são os seus amigos. E mais ainda: pode até sugerir ao utilizador pessoas que por ventura até gostaria de vir a conhecer, ou actividades a que poderia gostar de se dedicar. Os estudantes actuais são bastante interessados neste tipo de sites devido ao sentido de comunidade que neles se cria, devido aos conteúdos e às actividades que também podem lá desenvolver. Três dos mais conhecidos exemplos, MySpace, Facebook e Hi5¹, têm milhares de membros registados que se ligam diariamente, e são altamente

¹ <http://www.hi5.com>

Definição do Problema

personalizáveis permitindo aos seus utilizadores controlar o seu perfil, os seus conteúdos, quem os poderá ver e o qual o seu aspecto gráfico.

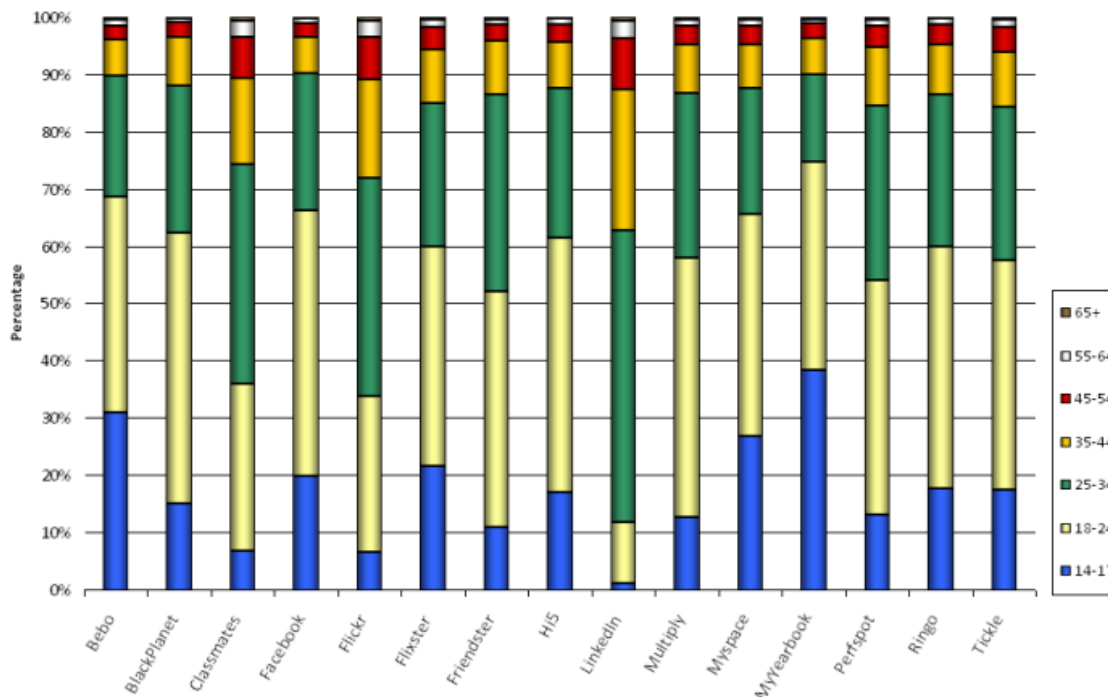


Figura 3.9: Análise etária de utilização de *social networking sites*¹

Estes sites possuem também outra característica de relevante importância: a possibilidade de incluir pequenas ferramentas – janelas activas de informação actualizada – e o leque destas ferramentas é já variadíssimo, muitas delas *open-source* ou distribuídas livremente. O iGoogle², por exemplo, permite aos seus utilizadores personalizar a tão conhecida página do motor de busca com calendários pessoais, notícias, ou qualquer outro bloco (*gadget*), bastando simplesmente escolhê-lo de uma lista. Além disto, a própria Google oferece as ferramentas necessárias para a construção destes blocos, disponibilizando APIs, *frameworks*, manuais passo-a-passo e inúmeros exemplos. Mas o caso do iGoogle e os seus *gadgets* não é único. Na verdade, a maioria destes sites oferecem este tipo de ferramentas, permitindo aos seus utilizadores levar para os seus ambientes favoritos a informação que desejam e lhes é importante. O mesmo conceito pode ser encontrado em aplicações de *desktop* como é o caso do célebre Dashboard do Mac OS X, a Sidebar do Windows Vista, ou o iGoogle Desktop.

¹ Referência: [42]

² <http://www.google.com/ig>

Definição do Problema

Neste contexto, duas abordagens óbvias são desenhadas no sentido da elevação do LMS a este nível de exigência. A primeira é de auto-aprendizagem: observar e aprender com o que torna todos estes *sites* e *gadgets* tão apelativos, e incorporar essas características no LMS. A segunda abordagem passa por ser o LMS a percorrer o caminho de encontro com os seus utilizadores: levar a informação até onde eles gostam e querem estar, fornecendo-lhes os blocos e *gadgets* adequados.

O *social networking* e estes *gadgets* já fazem parte da natureza deste novos utilizadores, o desafio é aplicar estes conceitos no ensino, porque os *sites* que os aplicam não só atraem utilizadores como lhes prendem a atenção, levando-os a contribuir, e fazer com que regressem – tudo aspectos positivos óptimos para os processos educativos. A título de exemplo, num estudo conduzido pela Rapleaf [42] numa população de mais de 49 milhões de pessoas onde avaliavam o grau de utilização de ferramentas *social network* por diferentes grupos etários, o Hi5 tinha 14.679.615 utilizadores registados, o MySpace 31.845.954 e o Facebook 5.920.236 utilizadores.

Mas, tal como Martin Weller defende [43], a tecnologia não é a solução, nem o problema aqui, mas antes um meio pelo qual podemos vencer as diferenças entre o ensino tradicional e a *Web 2.0*. Podemos pensar nos sistemas de *e-Learning* que usamos como uma metáfora para aplicar uma pedagogia. Mas a maioria dos LMS são baseados numa filosofia de centralização, não sendo portanto resposta para os problemas e desafios que a *Web 2.0* coloca ao ensino, devido ao uso de uma metáfora errada: pretendem implementar os princípios da hierarquia, controlo e centralização – tornar virtual a sala de aulas tradicional.



Figura 3.10: Formas alternativas de levar o LMS aos utilizadores

Mas estas mudanças já começaram a acontecer. Há cerca de dois meses, a Blackboard Inc. anunciou o Blackboard Sync¹, uma ferramenta para o Facebook que possibilita o estabelecimento de relações com os seus utilizadores através da promoção

¹ <http://www.blackboardsync.com>

Definição do Problema

de oportunidades de aprendizagem sociais. O projecto MySakai é também outro exemplo já em experimentação na Universidade de Cambridge sob o nome de MyCamTools¹, contando ligações para o Mac OS X Dashboard, Windows Vista Sidebar, Facebook, iGoogle, Google Desktop e RSS *feeds*. A Open University, no Reino Unido, pioneira neste tipo de estratégias desenvolve também vários esforços neste sentido, em particular com o projecto SocialLearn [44] que se baseia em pressupostos como o de que uma grande mudança na sociedade e no ensino está a ser conduzida pelas possibilidades que as novas tecnologias apresentam na criação e partilha de conteúdos e no estabelecimento de redes sociais. Por outro lado, o ensino, até ao momento, ainda não conseguiu apresentar uma estratégia para se adaptar a estas mudanças fundamentais e avaliar o impacto que elas implicam no seu modelo de negócio. Além disto, defendem que a aplicação tanto de tecnologias *Web 2.0* como das abordagens que lhes estão associadas permitem criar valor educativo. A estratégia terá então de seguir características de abertura, flexibilidade, constante evolução (*perpetual beta*), democracia e pedagogia.

A informação que podemos levar a sítios como o Facebook ou iGoogle, o Dashboard do Mac OS X, ou até aos telemóveis que todos hoje temos pode ser diversa: anúncios diversos; notificações de novos conteúdos e recursos; notificações de novas contribuições em fóruns de discussão; notificações de novas classificações.

¹ <http://confluence.sakaiproject.org/confluence/display/MYSAK/Widgets+Home>

Capítulo 4

Implementação

A melhor, ou talvez única, estratégia para a evolução dos LMS passa então por abri-los, torná-los abertos a receber informação do exterior e a disseminar informação útil para outros sistemas e ambientes. Isto passa pela integração com outros sistemas de informação da instituição, eliminando duplicação de tarefas, libertando recursos e facilitando as tarefas não só de quem dá suporte aos LMS, mas também aos professores que têm de desenvolver várias actividades processuais organizacionais. Por outro lado, a cada vez maior exigência que os novos *n-gen* colocam na forma como usam tecnologia – a *Web 2.0* e suas ferramentas e tendências – lança o desafio de incorporar também essas ideias no LMS de modo a possibilitar aplicar conceitos como o de *social networking* no ensino, e de levar o LMS até onde esses utilizadores gostam de estar digitalmente. A estratégia é por tudo isto a de adoptar uma perspectiva de serviços em *e-Learning*.

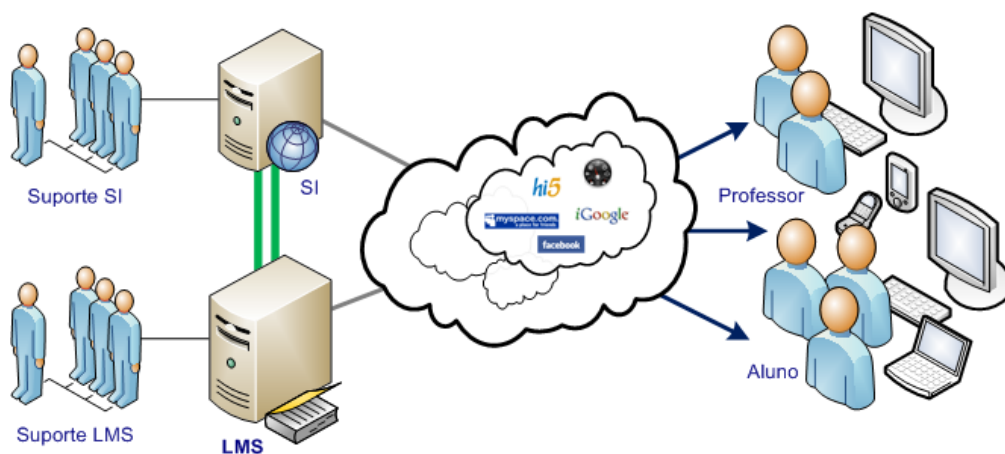


Figura 4.1: Uma estratégia de serviços em *e-Learning*

Na tentativa de colocar em prática esta estratégia desenvolveram-se dois componentes que procuram dar resposta às necessidades colocadas à FEUP, devidamente enquadradas na sua realidade, possibilidades e limitações. O primeiro pretende atender às questões de integração do MOODLE com o SiFEUP, disponibilizando serviços para a partilha de dados entre os dois sistemas. O segundo, mais orientado às questões *Web 2.0*, implementa um *gadget* iGoogle levando informação útil dos cursos do LMS até à primeira página do conhecido motor de busca.

4.1 FEUP IMS Enterprise Enrolment Plugin

4.1.1 Contexto

O MOODLE é oficialmente oferecido na FEUP desde o ano lectivo de 2004/05. Desde então a sua utilização tem crescido constantemente com a sua adopção por parte de diversos professores. Tratando-se de uma plataforma *open-source* com, consequentemente, inúmeras contribuições de desenvolvimentos por parte da sua comunidade de utilizadores, a uTICM/aTE adoptou a estratégia de em cada ano lectivo colocar em produção uma instalação nova e vazia da sua última versão estável. Por definição, todas as disciplinas de todos os planos de estudo oficiais oferecidos pela Faculdade são limitadas no tempo. Assim, um curso no LMS é caracterizado por ter uma duração de vida finita, com datas de início e de encerramento bem definidas. Independentemente do fecho de uma edição MOODLE e da disponibilização de uma nova versão, a que então termina continua disponível a todos os utilizadores registados, mantendo-se activos os acessos aos respectivos cursos.

A primeira necessidade na disponibilização de uma nova edição MOODLE em cada ano lectivo é a da sua povoação e estruturação com informação relativa aos planos de estudo que são oferecidos nesse ano lectivo, suas disciplinas, utilizadores activos, professores responsáveis por cada uma de todas as disciplinas, que alunos é que as vão frequentar, entre outras informações. Todos estes dados pertencem ao domínio de actuação do sistema de informação académico, devendo ser este o óbvio fornecedor dessa informação. Além destes, vários outros requisitos de informação foram também identificados como tendo o SI como fonte ou destinatário de informação necessária para a disponibilização aos utilizadores no LMS, ou que possa vir a ser produzida no LMS e que será necessária no SI, em particular:

- Referências como a ficha da disciplina e a bibliografia recomendada, sumários das aulas, horários, eventos e datas importantes ou com relevo no domínio de um curso ou um utilizador individual;
- Documentos disponíveis nas áreas de conteúdos de ambos os sistemas;

Implementação

- Classificações de actividades realizadas no LMS;
- Notificações.

Para a implementação de um mecanismo de povoamento inicial do LMS importa perceber qual é a organização conceptual dessa informação, e o seu mapeamento na lógica de negócio da Faculdade. Assim, a FEUP em cada ano lectivo disponibiliza vários programas conferindo diferentes graus académicos. Por exemplo, actualmente oferece¹:

- 3 Licenciaturas;
- 9 Mestrados Integrados (1º e 2º ciclos de Bolonha);
- 8 Mestrados (2º ciclo de Bolonha);
- 18 Programas de Doutoramento.

Cada um destes programas é constituído de várias disciplinas, conforme descrito e definido pelo respectivo plano de estudos, distribuídas por diferentes anos lectivos. Existem no entanto situações em que uma disciplina de um determinado programa de estudos pode ser oferecida em outros programas.

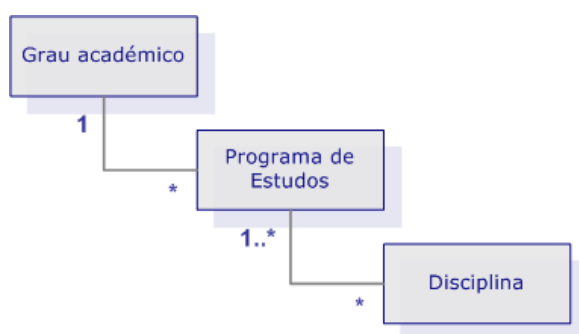


Figura 4.2: Caracterização do domínio académico na FEUP

Como já foi apresentado na secção 3.1, os dois sistemas – MOODLE e SiFEUP – são mantidos a nível institucional por dois Serviços distintos, respectivamente pelos SICC-uTICM\ATE e CICA-USINF. Desta forma, tal como numa obra de engenharia civil de construção de uma ponte, foi necessário que cada um destes departamentos promovesse as iniciativas de trabalho necessárias ao estabelecimento de comunicação dos dois sistemas, e efectiva partilha de informação. Os componentes desenvolvidos no âmbito do trabalho que agora se apresenta referem-se apenas ao MOODLE, e implementam uma estratégia de integração definida em conjunto pelos dois Serviços

¹ Disponível em http://www.fe.up.pt/si/web_base.gera_pagina?p_pagina=1166

Implementação

envolvidos, em particular relativamente à povoação e estruturação de informação nova relativa aos planos de estudo que são oferecidos em cada ano lectivo, disciplinas, utilizadores activos, professores responsáveis por cada uma das disciplinas, e alunos que as vão frequentar, e sua posterior actualização. Nas figuras seguintes apresentam-se as actividades envolvidas na preparação de um ano lectivo, e que decorrem durante o período lectivo.

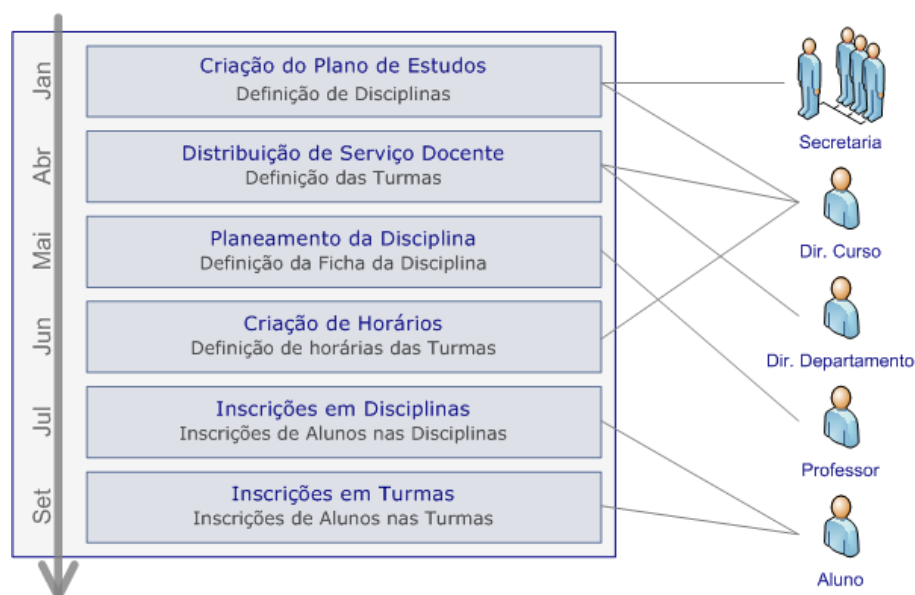


Figura 4.3: Actividades envolvidas na preparação de um ano lectivo

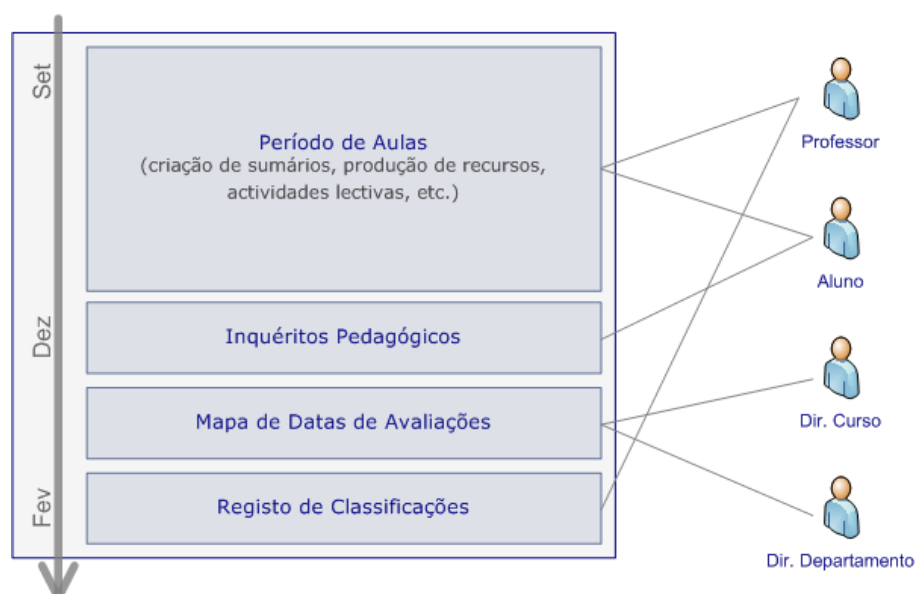


Figura 4.4: Actividades envolvidas no decurso de um período lectivo

4.1.2 Enquadramento Lógico de Entidades e Dados

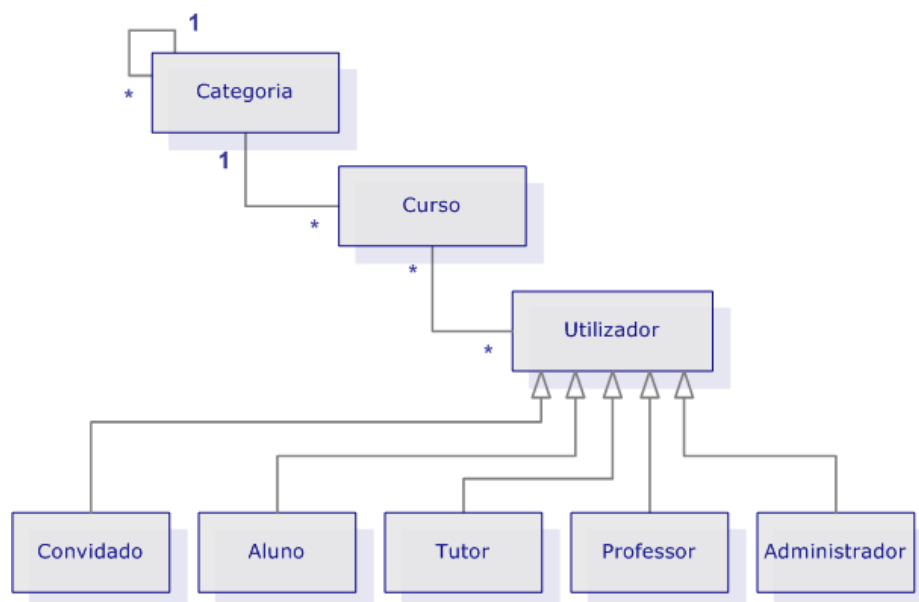


Figura 4.5: Caracterização do domínio MOODLE

O MOODLE é, no domínio lógico, composto por várias entidades. O diagrama da figura anterior apresenta essas entidades. No que respeita aos utilizadores, são caracterizados cinco tipos distintos, correspondendo a perfis com diferentes níveis de acesso às funcionalidades oferecidas:

- **Administrador** – é responsável pela configuração e manutenção do sistema, tendo acesso a todas as funcionalidades e informação no sistema;
- **Professor** – é responsável pela gestão de um curso, tendo acesso total a todas as funcionalidades a ele relacionadas: publicação de recursos e actividades, sua estrutura e forma de apresentação, avaliações, atribuição de acessos a outros professores, tutores e alunos;
- **Tutor** – é um caso particular de professor que tem o mesmo nível de acesso a toda a informação de um curso mas apenas para consulta, não podendo portanto efectuar alterações;
- **Aluno** – tem acesso limitado podendo aceder e consultar apenas ao conjunto de recursos e actividades disponibilizados por professores nos cursos;
- **Convidado** – é o perfil por omissão de um utilizador que o sistema não reconhece (utilizador não autenticado) e normalmente tem acesso apenas a um conjunto restrito de informação no sistema. O acesso a cursos no LMS é

Implementação

habitualmente vedado a visitantes não sendo no entanto forçoso que isso aconteça, nesse caso o nível de acesso aos recursos nesses cursos é equivalente ao do perfil de aluno.

A organização de cursos no MOODLE é feita recorrendo a categorias que podem conter cursos e outras categorias. É uma forma de organização em árvore, com os cursos a corresponder às folhas, e as categorias aos ramos:

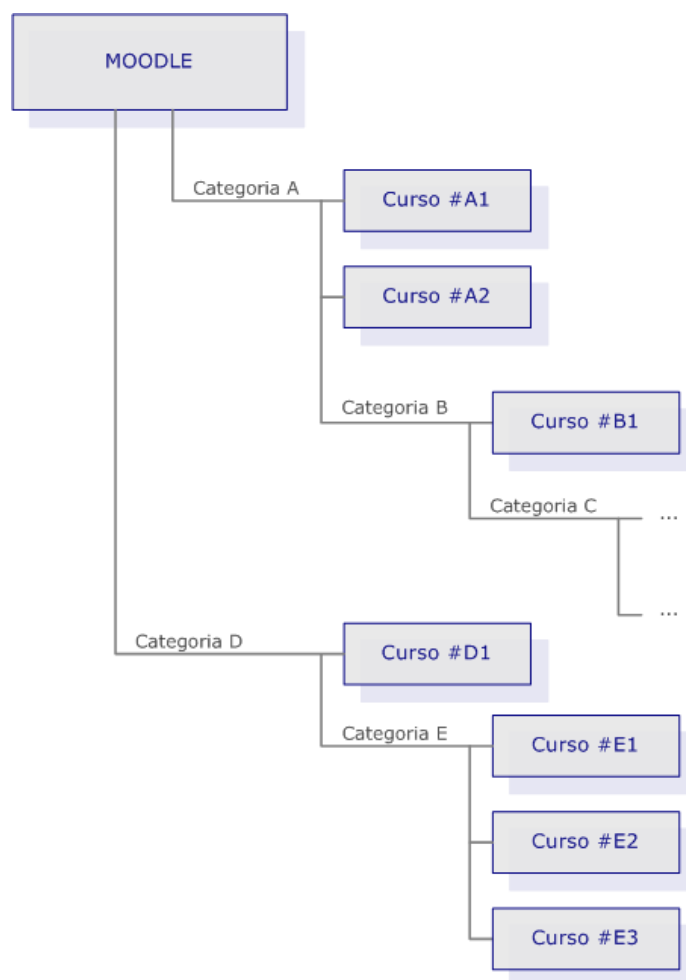


Figura 4.6: Organização de cursos em categorias no MOODLE

Um mapeamento de entidades entre o domínio académico na FEUP e o domínio do MOODLE e sua forma de organização pode ser estabelecido da seguinte forma:

- **Grau do programa** de estudos: categoria de nível 1;
- **Programa de estudos**: categoria de nível 2;
- **Disciplina**: curso (contido numa categoria de nível 2).

4.1.3 Requisitos e Funcionalidades

4.1.3.1 Gestão de categorias, cursos e utilizadores

- Objectivos: permitir criar, informar¹, actualizar e remover categorias, cursos, utilizadores e inscrições no MOODLE;
- Fonte de informação: SiFEUP
- Comunicação de dados:
 - Síncrona (*push*): O SiFEUP ao ter conhecimento de uma alteração de dados que é do interesse do MOODLE, informa-o dessa alteração, fornecendo-lhe os dados a actualizar, criar ou remover;
 - Assíncrona (*pull*): O MOODLE interroga o SiFEUP de alterações nos dados que possam ter entretanto ocorrido. Um pedido deste tipo pode referir-se a um conjunto de dados bem definido e particular – por exemplo quais os alunos que estão actualmente inscritos a uma disciplina – ou referir-se à totalidade do domínio implicando a transferência de toda a informação disponível. Pode ser feito de forma automática numa base de tempo regular, ou a pedido do Administrador a nível global, por um professor relativamente às entidades relacionadas com as suas disciplinas, ou por um utilizador relativamente ao conjunto de dados do seu perfil.

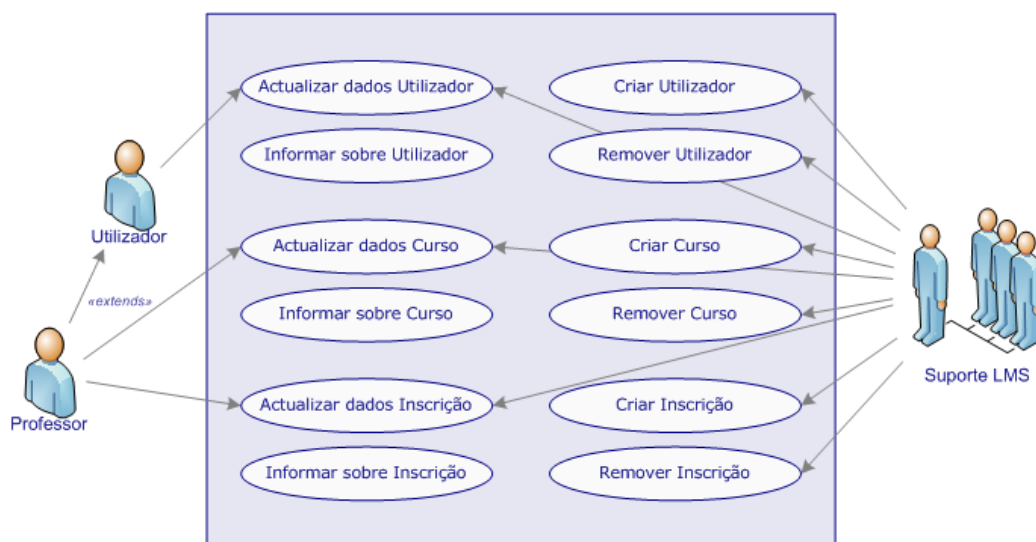


Figura 4.7: Casos de utilização de gestão de utilizadores, cursos e inscrições

¹ Os métodos de informar são destinados à disseminação de informação desde o LMS para outros sistemas na organização

4.1.3.2 Conteúdos dos cursos

- Objectivos: possibilitar a criação e actualização da ficha da disciplina de um curso, sumários das aulas, horários, datas importantes (p. ex. avaliações), e das áreas de conteúdos e ficheiros dos cursos entre o MOODLE e o SiFEUP.
- Fontes de informação: MOODLE e SiFEUP
- Comunicação de dados:
 - Síncrona (*push*): tanto o MOODLE como o SiFEUP ao terem conhecimento de uma alteração de dados que é do interesse do outro, informa-o dessa alteração, fornecendo-lhe os dados a actualizar, criar ou remover.

4.1.3.3 Classificações

- Objectivos: possibilitar a transferência para o SiFEUP de dados relativos a classificações de alunos obtidas no resultado de actividades no MOODLE.
- Fonte de informação: MOODLE
- Comunicação de dados:
 - A pedido (*push*): fornecendo ao SiFEUP os dados a criar ou actualizar quando requerido pelo professor.

4.1.3.4 Notificações

- Objectivos: informar os utilizadores no MOODLE de notificações colocadas no SiFEUP. Em especial, pretende-se promover a participação por parte dos alunos nos inquéritos pedagógicos realizados no final de cada período lectivo.
- Fonte de informação: SiFEUP
- Comunicação de dados:
 - Síncrona (*pull*): numa base regular de intervalos de tempo o MOODLE interroga o SiFEUP relativamente à existência de notificações pendentes para o utilizador.

4.1.3.5 Autenticação e Acesso

- Objectivos: possibilitar a verificação e validação automática da identidade de um utilizador, e nível de acesso, tanto no MOODLE como no SiFEUP para permitir a consulta e produção de informação de forma transparente nos dois sistemas.

Implementação

- Fontes de informação: MOODLE e SiFEUP
- Comunicação de dados:
 - A pedido (*pull/push*): sempre que necessário qualquer um dos sistemas interroga o outro sobre a validade da identidade de um utilizador e do seu acesso a determinado conjunto de dados ou funcionalidades.

4.1.4 Uma Solução

A tarefa de implementação de uma qualquer forma de integração plena entre dois sistemas é complexa, exigindo um bom planeamento e empenho de todas as partes envolvidas no processo. Numa primeira fase de integração do MOODLE com o SiFEUP estabeleceu-se como objectivo a implementação do conjunto de funcionalidades relativas à gestão de categorias, cursos e utilizadores. De seguida apresentam-se as opções tomadas no decorrer do processo e formas de colocar em prática a cooperação entre os dois sistemas.

4.1.4.1 Estruturas de dados

Para a representação de dados recorreu-se à especificação IMS Enterprise e às suas estruturas:

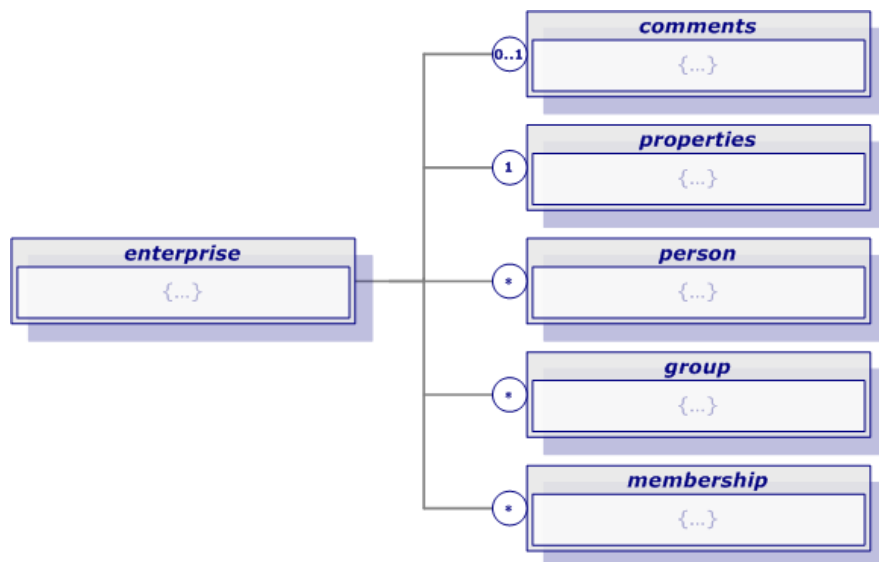


Figura 4.8: Modelo semântico de informação IMS Enterprise¹

¹ Figura baseada na publicada em [65]

Implementação

Uma mensagem IMS Enterprise é estruturada em XML e é composta por um conjunto de cabeçalhos contendo propriedades relativas à informação que se descreve. Além destes, pode conter ainda qualquer número de estruturas **person**, **group** e **membership**, no entanto, a ordem pela qual são descritas está limitada à listagem de todas as entidades **person**, seguida de todas as ocorrências de **group** e só no final de todas as instâncias **membership**. De seguida apresenta-se um exemplo de um documento IMS Enterprise descrevendo uma pessoa, um grupo e um relacionamento. Os significados da grande maioria dos elementos declarados são auto-explicativos, dispensando apresentações mais alongadas. Apenas uma nota para o elemento *recstatus*, que define o tipo de operação que é pretendida levar a cabo sobre os dados (1=add, 2=update, 3=delete). Mais informações podem ser obtidas em [45].

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<enterprise>

  <properties>
    <datasource>SIGARRA-FEUP</datasource>
    <datetime>2008-06-06T00:34:03</datetime>
  </properties>

  <person recstatus="1">
    <sourcedid>
      <source>SIGARRA</source>
      <id>000509082</id>
    </sourcedid>
    <userid>ei00082</userid>
    <name>
      <fn>António Alberto Pereira Bandeira</fn>
      <n>
        <family>Bandeira</family>
        <given>António Alberto Pereira</given>
      </n>
    </name>
    <email>ei00082@fe.up.pt</email>
    <photo imgtype="image/jpeg">
      <extref>http://www.fe.up.pt/si/FOTO_SRV=000509082</extref>
    </photo>
  </person>

  <group recstatus="1">
    <sourcedid>
      <source>SIGARRA</source>
      <id>FEUP-EIC0041</id>
    </sourcedid>
    <grouptype>
      <typevalue level="80"/>
    </grouptype>
    <description>
      <short>Dissertação</short>
      <long></long>
    </description>
    <org>
      <orgname>FEUP</orgname>
      <orgunit>MIEIC</orgunit>
      <type>Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação</type>
    </org>
    <enrolcontrol>
      <enrolaccept>1</enrolaccept>
    </enrolcontrol>
    <timeframe>
      <adminperiod>2S</adminperiod>
    </timeframe>
  </group>
  <membership>
```

Implementação

```
<sourcedid>
  <source>SIGARRA</source>
  <id>FEUP-EIC0041</id>
</sourcedid>
<member>
  <sourcedid>
    <source>SIGARRA</source>
    <id>000509082</id>
  </sourcedid>
  <idtype>1</idtype>
  <role recstatus="1" roletype="01">
    <status>1</status>
    <userid>000509082</userid>
  </role>
</member>
</membership>

</enterprise>
```

Este documento descreve então uma pessoa indicando os seus dados pessoais como o nome, *username*, número de identificação, endereço de correio electrónico, entre outros. Seguidamente descreve um grupo referindo dados como o seu número de identificação, designação, período lectivo em que ocorre, enquadramento na organização. Por fim estabelece-se uma relação entre as duas entidades anteriores, referenciando os seus números de identificação e o tipo de relacionamento.

4.1.4.2 Declaração de Serviços

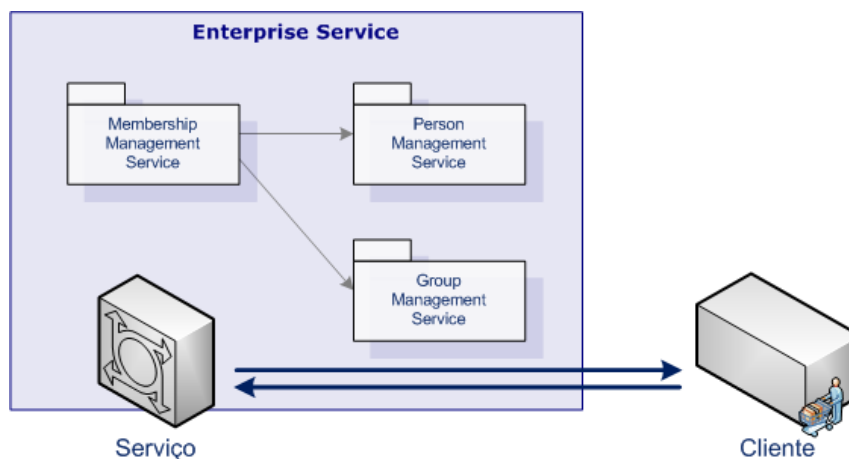


Figura 4.9: Conjuntos de funcionalidades de Serviços IMS-ES

Na implementação de um mecanismo de transferência de dados capaz de satisfazer às necessidades enunciadas, recorreu-se à especificação IMS Enterprise Services. Desta forma, tal como apresentado atrás, foram declarados três serviços que oferecem conjuntos de funcionalidades para a transmissão e manipulação de objectos IMS Enterprise – **person**, **group** e **membership** – respectivamente: *Person Management*

Service, Group Management Service, Membership Management Service. A título de exemplo, apresentam-se de seguida o conjunto de funcionalidades de *Person Management Service*, que poderão ser generalizadas sem prejuízo para os outros dois serviços, e algumas funcionalidades específicas de cada um deles.

Person Management Service está dividido em duas classes de interface: *PersonManager*, que suporta a manipulação de um único objecto **person**, e *PersonsManager*, que permite a manipulação de dois ou mais objectos na mesma transacção (manipulação de vários objectos pode ser implementada através da interacção cíclica com *PersonManager* mas, na prática, isso resultaria em múltiplas transacções independentes):

- ***createPerson / createPersons***
 - Para atender a pedidos de criação de um registo **person** no sistema de destino, sendo o invocador responsável pela atribuição de um identificador único a esse registo.
 - *Argumentos* Entrada: sourcedId (Identifier)
 - Entrada: person (Person)
- ***deletePerson / deletePersons***
 - Trata de pedidos de remoção de um registo **person**, sendo também removidas todas as suas relações com outras entidades no sistema.
 - *Argumentos:* Entrada: sourcedId (Identifier)
- ***readPerson / readPersons***
 - Devolve toda a informação conhecida pelo sistema que é consultado relativamente a um registo **person**.
 - *Argumentos* Entrada: sourcedId (Identifier)
 - Saída: person(Person)
- ***updatePerson / updatePersons***
 - Actualiza a informação de um determinado registo **person**. Esta é uma operação aditiva, alterando-se apenas os dados declarados no registo recebido, sendo mantidos todos os outros conhecidos.
 - *Argumentos* Entrada: sourcedId (Identifier)
 - Entrada: person (Person)
- ***replacePerson / replacePersons***
 - Substitui um registo **person** completo pela informação constante no registo recebido no pedido. Esta é uma operação destrutiva, implicando a perda de toda a informação prévia relativa ao registo.
 - *Argumentos* Entrada: sourcedId (Identifier)
 - Entrada: person (Person)

Implementação

- ***changePersonIdentifier / changePersonsIdentifier***
 - Permite alterar o identificador único de um registo **person**. Todas as transacções seguintes referenciadas com o identificador antigo deverão falhar, reportando um identificador inválido.
 - *Argumentos* Entrada: oldSourcedId (Identifier)
 - Entrada: newSourcedId (Identifier)
- ***readPersonsForGroup***
 - Devolve uma lista de todos os registos **person** pertencente um **group** em particular.
 - *Argumentos* Entrada: groupSourcedId (Identifier)
 - Saída: personSet (PersonSet)
- ***readGroupsForPerson***
 - Retorna todos os registos **group** aos quais um determinado registo **person** está associado.
 - *Argumentos* Entrada: personSourcedId (Identifier)
 - Saída: groupIdPairSet (GroupIdPairSet)
- ***deleteGroupRelationship***
 - Remove uma relação de um registo **group**. Isto não implica a remoção dos registos **group** com os quais se associa, afectando apenas a declaração de **membership**.
 - *Argumentos* Entrada: sourcedId (Identifier)
 - Entrada: relationId (Identifier)
- ***readMembershipsForGroup***
 - Devolve todos os registos **membership** conhecidos de um registo **group**.
 - *Argumentos* Entrada: groupSourcedId (Identifier)
 - Saída: membershipPairSet (MemberShipPairSet)
- ***readMembershipsForPerson***
 - Devolve todos os registos **membership** conhecidos de um registo **person**.
 - *Argumentos* Entrada: personSourcedId (Identifier)
 - Saída: membershipPairSet (MemberShipPairSet)

4.1.4.3 MOODLE Enrolment Plugin

Actualmente o SiFEUP ainda só é capaz de fornecer um documento IMS Enterprise com uma *snapshot* da realidade que conhece. Este documento é gerado numa base regular de intervalo de tempo, tendo-se previsto que em alturas de grande variação dos dados esse período seja mais frequente do que no restante tempo do período académico.

O componente desenvolvido é um *plugin* de *enrolment* automático para o MOODLE que, quando activo, será executado diariamente como mais uma das suas actividades de manutenção. Em cada execução será feito um pedido HTTP de um documento IMS Enterprise ao SiFEUP, podendo ser comparado o seu *hash* MD5 com o do documento da execução anterior de modo a prevenir um processamento desnecessário, e mantido um registo detalhado de todas as operações realizadas. A sua estrutura interna divide-se em três vertentes de processamento de dados principais, e que correspondem às entidades da norma IMS:

- **Persons** – A actualização de informação no MOODLE é bastante transparente, sendo criados novos utilizadores caso ainda não existam no MOODLE, ou actualizados os perfis no caso de estes já existirem.

A identificação unívoca de utilizadores é feita preferencialmente pelo *username*, visto que este é garantidamente único no MOODLE. No entanto, foram previstos mecanismos para garantir que o campo *idnumber* do perfil de utilizador seja também único, já que este é o atributo usado na identificação dos utilizadores durante o processo de inscrição. A edição do campo *idnumber* do perfil de utilizador poderá então ser vedada, assim como outros campos, sendo também esse mecanismo de configuração do MOODLE implementado no *plugin*, de modo a garantir consistência de dados entre os diversos sistemas.

O processo de criação/actualização envolve também o tratamento da fotografia do utilizador. As fotografias são obtidas (por HTTP) a pedido, uma a uma, à medida que cada um dos registos *person* é processado, e são depois manipuladas para satisfazer os requisitos do MOODLE no que respeita às suas dimensões.

- **Groups** – A criação e actualização de cursos no MOODLE implica a construção da respectiva árvore de categorias: Licenciaturas, Mestrados Integrados, Mestrados, Programas Doutorais. Dentro de cada uma destas categorias serão criadas as respectivas “categorias de curso”, cujo nome corresponderá ao do plano de estudos das diversas disciplinas declaradas no documento IMS Enterprise. Estas categorias serão criadas à medida que a sua existência seja necessária.

- **Memberships** – A inscrição (*enrol/unenrol*) é feita de acordo com os valores declarados no documento IMS Enterprise sendo criadas (ou removidas) as relações aí estabelecidas.

A personalização do *plugin* desenvolvido permite estabelecer que tipo de actividades se pretendem levar a cabo: criar novos utilizadores, actualizar utilizadores, processar fotografias para novos utilizadores, actualizar fotografias para utilizadores já existentes, criar novos cursos (disciplinas), processar inscrição de utilizadores nos cursos, processar a anulação de inscrição de utilizadores nos cursos, e o mapeamento entre os papéis de utilizadores MOODLE e os valores possíveis das declarações *roletype*.

A instalação do FEUP IMS Enterprise Enrolment Plugin é feita seguindo os procedimentos habituais de módulos de *enrol* no MOODLE.

4.1.5 Resumo e Considerações Finais

Com este *plugin* é possível efectuar a povoação e estruturação do MOODLE, e posterior actualização, com a informação relativa aos planos de estudo que são oferecidos em cada ano lectivo, suas disciplinas, utilizadores activos, professores responsáveis por cada uma de todas as disciplinas, que alunos é que as vão frequentar, entre outras informações. Todos estes dados pertencem ao domínio de actuação do sistema de informação académico, devendo ser este o óbvio fornecedor dessa informação. Actualmente o SiFEUP é ainda só capaz de fornecer um documento IMS Enterprise com uma *snapshot* da realidade que conhece. Este documento é gerado numa base regular de intervalo de tempo, tendo-se previsto que em alturas de grande variação dos dados esse período seja mais frequente.

Esta abordagem de processamento de informação não é a mais adequada, apresentando vários inconvenientes. O primeiro, na medida em que envolve o processamento de toda a informação implica um grande consumo de capacidade e tempo de execução dos sistemas. A título de curiosidade, um documento que reflecte toda a realidade da FEUP para o ano lectivo 2007/08 contem 913226 linhas, descrevendo 7190 *persons*, 1039 *groups* e 940 *memberships* estabelecendo um total de 60392 relações. Este desperdício de esforço é introduzido em ambos os sistemas na medida que o SiFEUP despende tempo e recursos na geração desta *snapshot*, e o MOODLE depois a processá-la. Em particular, o tratamento de fotografias e os processos de inscrição de utilizadores em cursos são bastante dispendiosos, e o tempo de processamento de todo o documento na actual infra-estrutura de produção do MOODLE ronda os 40~50 minutos. A segunda desvantagem prende-se com o facto de realmente não se poder afirmar que a informação no MOODLE está sempre actualizada. Na verdade, a disseminação de alterações está limitada ao período de tempo que é

estabelecido no SiFEUP para a geração da *snapshot* IMS Enterprise. Isto é particularmente inconveniente em períodos de grande actividade organizacional, como acontece no início dos períodos lectivos com a inscrição de alunos nas disciplinas, onde os próprios utilizadores exigem que os sistemas conheçam de imediato a sua condição.

4.2 iMoodle: uma janela para a actividade no LMS

4.2.1 Considerações e Requisitos

As novas tecnologias de informação e comunicação fizeram lançar a *Web 2.0* com todas as suas ferramentas e novos conceitos, tornando numa realidade o potencial de usar um ambiente baseado na *Web* que permita uma verdadeira aprendizagem pessoal. Um dos aspectos mais evidentes da *Web 2.0* é sem dúvida o *social networking*. Os estudantes actuais são bastante interessados neste tipo de *sites* devido ao sentido de comunidade que neles se cria, e devido aos conteúdos e às actividades que também podem lá desenvolver. Neste contexto, duas abordagens óbvias são desenhadas no sentido da elevação do LMS a este nível de exigência. A primeira é de auto-aprendizagem: observar e aprender com o que torna todos estes *sites* e *gadgets* tão apelativos e incorporar essas características no LMS. A segunda abordagem passa por ser o LMS a percorrer o caminho de encontro com os seus utilizadores: levar a informação aos locais onde os novos alunos estão, onde vivem e socializam digitalmente, colocando-a a par com a restante informação que eles consideram relevante para as suas vidas, fornecendo-lhes os blocos e *gadgets* adequados. É nesta segunda abordagem que o trabalho que de seguida se apresenta se focou.



Figura 4.10: Uma janela para o LMS na *Web 2.0*

Pretende-se então levar informação a sítios como o Facebook ou iGoogle, o Dashboard do Mac OS X, ou até aos telemóveis que todos hoje temos, e pode ser diversa, indo desde os vários anúncios, notificações de novos conteúdos e recursos, notificações de novas contribuições em fóruns de discussão, a notificações de novas classificações, entre muitas outras. Mas, numa aplicação deste género também não se espera encontrar uma segunda interface para todo o LMS que possa substituir a original. A aplicação a construir deve ser simples, oferecer de forma eficaz um serviço simples e claro, e deve, acima de tudo, ser eficiente e fácil de usar.

4.2.2 Uma solução

São vários os potenciais alvos para este tipo de aplicações e vão desde os mais conhecidos *sites* de *social networking* de que já falamos, até aos dispositivos móveis, passando pelas páginas principais dos motores de busca e pelas aplicações *desktop* como o Dashboard do MacOS X, a Windows Sidebar do Windows Vista ou o Google Desktop. No âmbito e período disponível para o desenvolvimento deste trabalho, teve de se optar por um destes canais. Desta forma, tornou-se clara a distinção entre aqueles que funcionam em ambientes *Web* e os baseados em dispositivos. Optar por uma das soluções *desktop* disponíveis, ou um tipo dos diferentes dispositivos móveis significava limitar a aplicação ao universo dos seus utilizadores. Por outro lado, nos ambientes *Web*, o *social networking site* de maior visibilidade em Portugal é o Hi5, cujos utilizadores desenvolvem actividades mais relacionadas com o lazer e socialização e não propriamente com aprendizagem. As alternativas, como o Facebook, ainda que mais adequadas em termos de contexto, são também restritivas quanto ao seu número de utilizadores, não sendo assim muito representativas. A escolha recaiu então sobre o iGoogle, que além de ser um grande promotor no desenvolvimento deste tipo de ferramentas, tem visibilidade reconhecida, sendo o motor de busca mais usado também na pesquisa de informação relacionada com as actividades de ensino e aprendizagem, sendo mesmo mais usado do que o próprio Hi5¹.

A proposta é então a de construir um *gadget* iGoogle que seja capaz de levar aos utilizadores informação actualizada sobre as actividades que são desenvolvidas nos seus cursos MOODLE. No planeamento da construção da aplicação, várias preocupações foram tidas em consideração que, de um modo geral, podemos encontrar na base de qualquer aplicação *Web 2.0*. Assim, definiu-se um conjunto de características fundamentais que ele terá de cumprir:

- **Significado** – tem de prestar um serviço com valor e importância para o utilizador, devendo ter-se o cuidado de seleccionar um conjunto de

¹ De acordo com a informação disponibilizada pela Alexa – The Web Information Company.
http://www.alexa.com/site/ds/top_sites?cc=PT&ts_mode=country&lang=none

Implementação

informação relevante e de interesse, e que seja justificativo de o utilizador o querer utilizar;

- **Usável** – tem de ser uma ferramenta simples de utilizar por qualquer utilizador independentemente da sua experiência com tecnologias, seguindo um tipo de construção e interface semelhante aos outros *gadgets* que os utilizadores habitualmente encontram.
- **Simple e objectivo** – o serviço que presta deve ser de fácil percepção e com uma finalidade bem definida. O utilizador deve perceber de forma clara que informação é que vai conseguir obter.
- **Eficiente e eficaz** – deve responder da melhor forma possível às expectativas dos utilizadores procurando cumprir os objectivos a que se propõe. A partir de um conjunto mínimo de dados fornecidos pelo utilizador, deve disponibilizar de imediato toda a informação que lhe seja relevante.
- **Flexibilidade e customização** – deve poder ser personalizado pelo utilizador, disponibilizando diferentes modos de visualização e agregação da informação que possam ser personalizados de acordo com as preferências de cada utilizador.

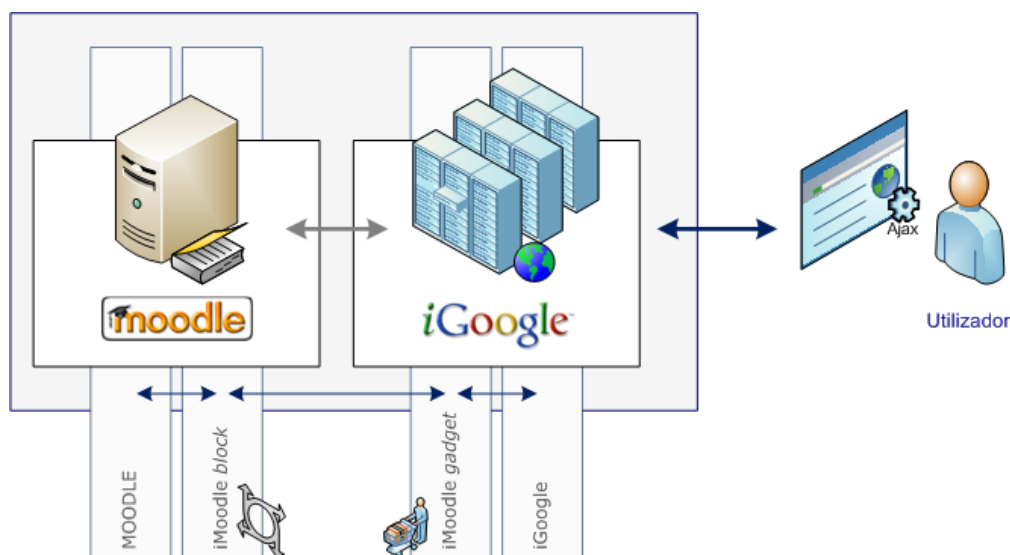


Figura 4.11: Arquitectura lógica iMoodle

Decorrendo destas características, estabeleceu-se o conteúdo e a forma da informação que a aplicação deve disponibilizar. Numa primeira análise definiu-se como sendo de maior relevância disponibilizar informação relativa às actividades recentes dos cursos em que o utilizador participa, que inclui as notícias, disponibilização de novos

Implementação

recursos, mensagens dos fóruns, entre outras. Esta informação pretende notificar (informar) o utilizador sobre o que se passa nos seus cursos, e não levar os conteúdos propriamente ditos até ao iGoogle, muito ao jeito de subscrição de *newsletters*, RSS *feeds*. Verdadeiramente, a aplicação proporciona um *mash-up* de notificações. Posteriormente a esta discussão foi realizada uma análise a outros *gadgets* que pretendem prestar um tipo de serviço semelhante, com o intuito de perceber que tipo de construção e interface os utilizadores habitualmente encontram

Como se ilustra na figura anterior, a solução iMoodle desenvolvida é composta por dois componentes distintos: o iMoodle block – o prestador de serviços MOODLE; e o iMoodle gadget – um cliente, neste caso para o iGoogle (mas que poderiam ser outros).

4.2.2.1 iMoodle block

Para a disponibilização deste serviço, foi necessário construir um módulo MOODLE que fosse capaz de fornecer os dados necessários aos seus potenciais clientes, neste caso o iMoodle gadget. Este bloco é portanto um prestador de serviços, providenciando os mecanismos habituais de troca de informação e interface.

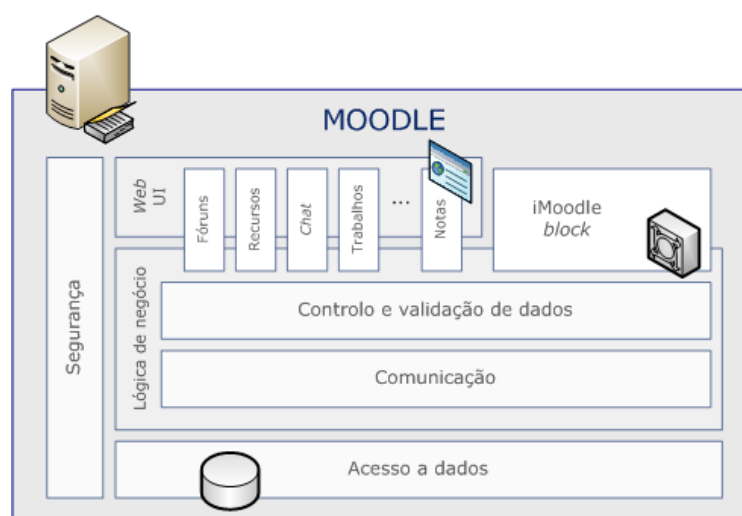


Figura 4.12: Arquitectura lógica LMS MOODLE

O MOODLE é constituído por diversos componentes, sendo cada um deles responsável por um conjunto de funcionalidades específicas, e pela manutenção da informação com que lidam. As actividades que são possíveis disponibilizar no âmbito de um curso são, portanto, resultado das funcionalidades oferecidas por vários módulos que constituem o sistema. Mais do que conjuntos de funcionalidades, estes módulos são

Implementação

também responsáveis pela construção da interface *Web* das funcionalidades com que o utilizador interage. Assim, o bloco que se construiu tem de lidar com as estruturas de cada um dos módulos de actividades, encontrar e contextualizar a informação a transmitir ao utilizador de uma forma normalizada para que possa depois ser facilmente consumida.

Na implementação do iMoodle block, vários aspectos relacionados com a prestação de serviços com o exterior foram tidos em conta, como os *standards* para as estruturas de dados e meios de comunicação e, em particular, aspectos relacionados com a identificação do utilizador, e de segurança. Para levar até um utilizador informação que lhe diga respeito é necessário identificá-lo. Como esta cooperação entre dois componentes, que estão dispersos, implica sair do domínio do MOODLE, assumiu-se que o meio por onde viaja a informação pode não ser seguro e consequentemente não garantir confidencialidade e privacidade. Ainda que o conteúdo da informação que se pretende transmitir não seja propriamente crítico, recorrer apenas a um identificador público do utilizador como o *username* pode levantar algumas questões de confidencialidade. A informação transmitida representa apenas uma referência para algo que ocorreu no LMS e não é propriamente um “documento” integral. Ainda assim, ela pode só por si representar valor, sendo necessário tentar protegê-la. Por outro lado, o recurso ao par *username* e *password* do LMS, que permite identificar e validar a identidade do utilizador, também não é viável na medida em que não é garantida segurança no canal de comunicação entre o bloco e o *gadget*, podendo estes dados vir a ser comprometidos e colocar em causa muito mais do que estas referências e sistemas. Assim, foi necessário adoptar um mecanismo independente de identificação para os utilizadores, garantindo a validação das suas identidades, e ao mesmo tempo que não compromettesse informação crítica como a *password*. A solução encontrada passou pela criação de um código único – *iMoodleCode* – que permite apenas o acesso aos serviços prestados pelo bloco iMoodle.

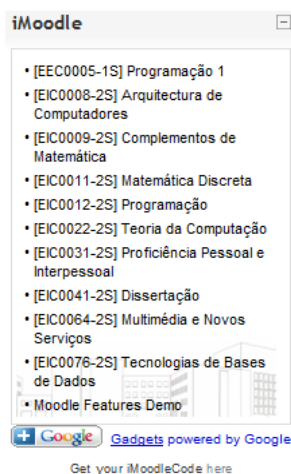


Figura 4.13: Interface iMoodle block

Moodle na FEUP

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO



Moodle@FEUP ► Participants ► António Bandeira

António Bandeira

Profile Edit profile Forum posts Blog Notes Activity reports Roles



City/town: Porto
Email address: bandeira@fe.up.pt 
iMoodle Code: DC0FD18B
Last access: Thursday, 3 July 2008, 03:01 PM
(4 hours 9 mins)

[Change password](#) [Messages](#)

O bloco, para além de fornecer a interfaces para a comunicação com o *gadget* é também responsável por gerar os códigos dos utilizadores, informá-los sobre eles, e proporcionar o mecanismo que lhes permite adicionar o *gadget* às respectivas páginas pessoais no iGoogle. Durante a sua instalação no MOODLE o bloco cria toda a estrutura de armazenamento de informação de que necessita para operar, criando um novo elemento no perfil do utilizador para armazenamento do *iMoodleCode*, e uma tabela para guardar estatísticas de utilização.

A interface do bloco que é apresentada ao utilizador inclui o próprio *gadget*, disponibilizando dentro do MOODLE todas as suas funcionalidades, possibilitando a sua demonstração e experimentação. Além disto inclui uma ligação para a página do perfil do utilizador onde este pode consultar o *iMoodleCode* e, finalmente, o mecanismo para adicionar o *gadget* à sua página pessoal iGoogle. Na primeira vez que o utilizador se autentica no LMS é-lhe gerado o *iMoodleCode* e, posteriormente, enviada uma mensagem para o seu endereço de correio electrónico com uma breve apresentação do novo serviço, suas vantagens e instruções de como o usar e instalar, incluindo-se aí também o código e a ligação para o instalar.

Tal como as restantes aplicações *Web 2.0*, a solução iMoodle implementa normas e interfaces abertas de comunicação. Esta, como já vimos, baseia-se na prestação de um serviço que é acessível por qualquer cliente, e a disseminação de informação é feita através da disponibilização de *WebServices*. A sua construção foi pensada para poder

Implementação

fornecer informação não só ao *gadget*, mas também de modo a proporcionar essa mesma informação para outros canais, como leitores ou agregadores de *feeds* RSS. Três serviços básicos foram então identificados e implementados, requerendo a indicação do *username* e *iMoodleCode*. Além da disponibilização dos *WebServices*, implementou-se também um *proxy* que constrói respostas RSS ou documentos estruturados em XML simples contendo informação resultante desses mesmos *WebServices*. Os serviços implementados foram:

- ***getUserCourses***: Devolve todos os cursos de um utilizador.
- ***getCourseActivity***: Retorna toda a actividade recente de um curso específico indicado no pedido.
- ***getAllRecentActivity***: Constrói e devolve numa única transacção toda a informação de actividade recente de todos os cursos do utilizador, ordenada cronologicamente (independentemente do curso onde ocorreu).

4.2.2.2 iMoodle gadget

The screenshot shows the iMoodle gadget integrated into a Google iGoogle page. At the top, the iGoogle logo is followed by the text "Add 'iMoodle' to your iGoogle page." Below this, a description states: "iGoogle is a more personal way to use Google.com. Customize your page anyway you like, by adding your favorite themes and gadgets from across the web."

The gadget itself is titled "Moodle - student" and displays a list of courses under the heading "Moodle - student". The courses listed are:

- [EEC0005-1S] Programação 1
- [EIC0008-2S] Arquitectura de Computadores
- [EIC0009-2S] Complementos de Matemática
- [EIC0011-2S] Matemática Discreta
- [EIC0012-2S] Programação
- [EIC0022-2S] Teoria da Computação
- [EIC0031-2S] Proficiência Pessoal e Interpessoal
- [EIC0041-2S] Dissertação
- [EIC0064-2S] Multimédia e Novos Serviços
- [EIC0076-2S] Tecnologias de Bases de Dados
- Moodle Features Demo

Below the course list, there are several "New post" notifications from Moodle, including one about "parts of the system" and another about "Computers are useless".

To the right of the gadget, there is a section titled "iMoodle" with a description: "With iMoodle you now can be informed of new resources and activity taking place in each of your moodle courses since you last access them. In order to use this gadget you will need to provide your username and iMoodleCode - get it from your profile page. (<http://shadow.fe.up.pt/moodle19/user/view.php>)". Below this text is a blue button labeled "Add to Google".

At the bottom of the gadget area, there is a checkbox labeled "See this gadget when you visit Google.com" which is checked.

At the very bottom of the page, a small disclaimer reads: "Items were made by a third party. Data or preferences you enter for these items are available to the site that maintains them."

Figura 4.15: iMoodle gadget

Implementação

O iMoodle gadget é um *gadget* iGoogle. A sua instalação é tão simples e intuitiva como a de qualquer outra aplicação *Web 2.0* requerendo, para além da introdução do *username* e do *iMoodleCode*, apenas 3 *clicks* – tal como na criação de um *blog* no Blogger¹ ou de um *wiki* no Wetpaint². Terminado este processo, começa desde logo a oferecer ao utilizador informações relativas à actividade recente dos cursos em que participa, incluindo notícias, disponibilização de novos recursos, mensagens dos fóruns, entre outras. O resultado a que se chegou pode ser descrito, em termos das características fundamentais que foram definidas para este *gadget*, da seguinte forma:

- **Significado** – veicula informação útil relativa às actividades que decorrem nos cursos em que o utilizador participa no LMS, dando-lhe a possibilidade de se manter informado sobre os últimos acontecimentos num outro ambiente de trabalho;
- **Usável** – é uma ferramenta fácil de utilizar, independentemente do grau de experiência do utilizador, que segue o mesmo tipo de construção e interface de outros *gadgets*, proporcionando uma sensação de familiaridade;
- **Simple e objectivo** – a sua finalidade é clara e objectiva, transparecendo para o utilizador o tipo de informação que este vai conseguir obter;
- **Eficiente e eficaz** – permite, com um conjunto mínimo de interacções com o utilizador, disponibilizar de imediato toda a informação que lhe seja relevante;
- **Flexibilidade e customização** – permite personalização, disponibilizando diferentes modos de visualização e agregação da informação de modo a satisfazer as preferências de cada utilizador.

Figura 4.16: Interface de configuração do iMoodle gadget

¹ <http://www.blogger.com/>

² <http://www.wetpaint.com/>

Implementação

A interface do iMoodle gadget pode ser personalizada através três configurações: número de itens a apresentar, possibilidade de agrupar a informação de actividade recente por curso a que diz respeito ou visualizar toda a informação ordenada cronologicamente independentemente do curso, e uma opção de optimização do espaço vertical, permitindo esconder toda a restante informação além da seleccionada. Estas parametrizações são particularmente importantes quando o utilizador participa em muitos cursos com bastante actividade, resultando num grande número de entradas de informação a apresentar. De acordo com a personalização que é feita, o *gadget* actua de diferentes formas, invocando o serviço do iMoodle block mais adequado. Assim, quando, por exemplo, se tem uma configuração idêntica à apresentada na figura anterior, o *gadget* primeiramente irá invocar o serviço ***getUserCourses***. Posteriormente, conforme a secção do utilizador numa determinada entrada (curso), o *gadget* invocará o serviço ***getCourseActivity***, mostrando apenas a actividade recente desse curso. Isto permite uma redução do tempo de espera inicial na povoação de informação, sendo apenas transmitida a informação mínima necessária. No caso oposto, de não se pretender agrupar a informação por curso, o serviço invocado é o ***getAllRecentActivity***, que numa única transacção apresenta toda a actividade recente.

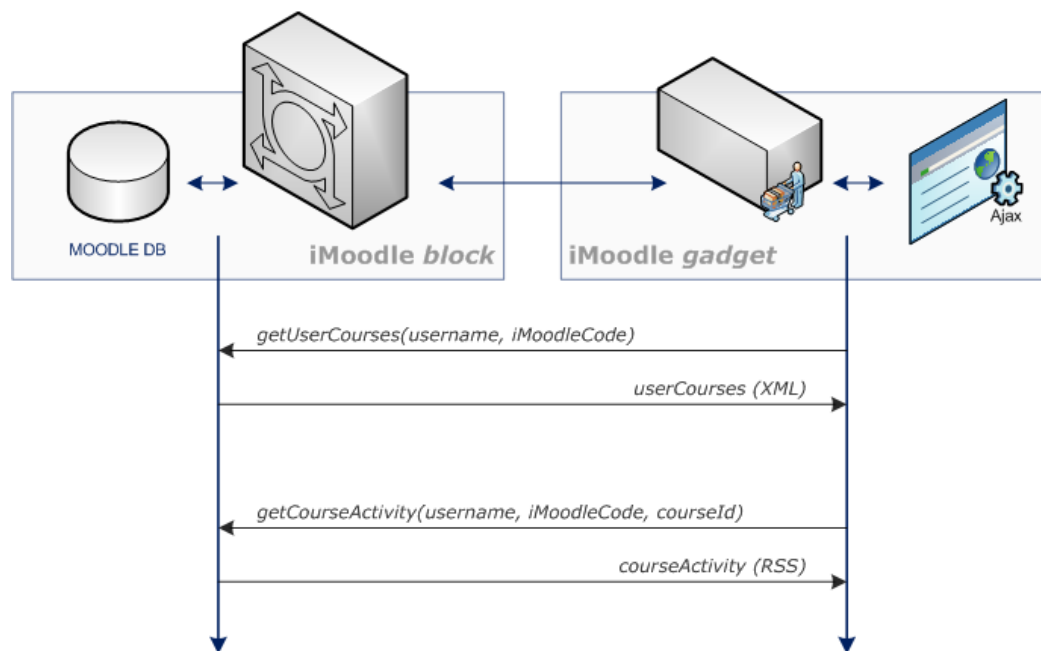


Figura 4.17: Interação de componentes iMoodle

Uma outra funcionalidade que o *gadget* oferece, é a possibilidade de subscrição da informação que veicula sobre a forma de *feeds* RSS nos formatos que já se apresentaram: toda a actividade relativa apenas a um curso, ou da totalidade dos cursos,

Implementação

ordenada por ordem cronológica. Isto permite levar esta informação até outros canais ou mesmo usá-la numa das muitas aplicações de leitura e agregação de RSS que hoje existem disponíveis. Na figura seguinte pode ver-se a diferença entre agrupar ou não por curso, e os ícones com as ligações para esses *feeds* RSS.

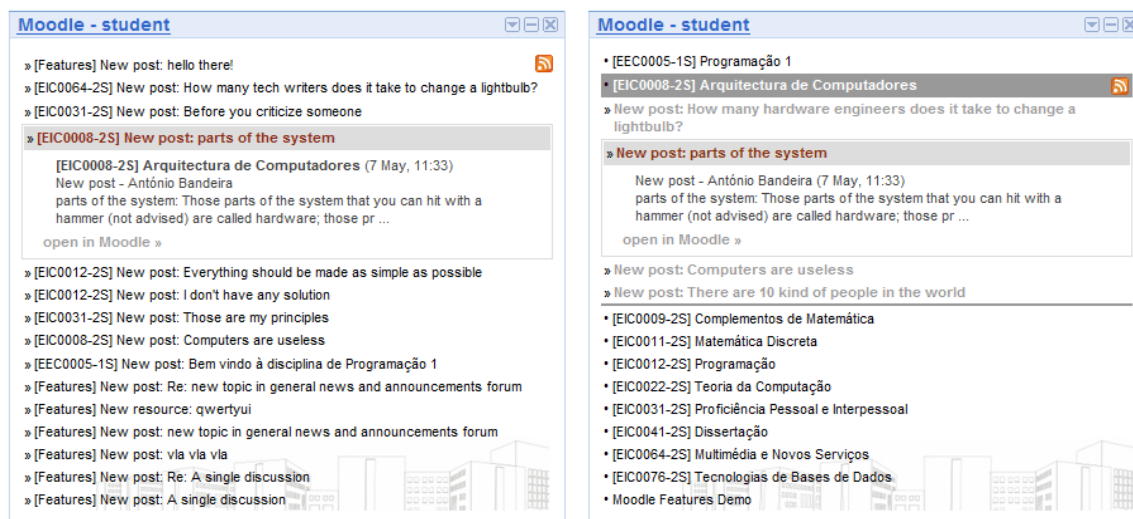


Figura 4.18: Diferentes formas de personalização do iMoodle gadget

Como já vimos, a disponibilização do *gadget* para instalação no iGoogle é feita pelo iMoodle block. Na verdade, o *gadget* que é instalado pode ser visto como sendo exclusivo do *site* MOODLE que o disponibiliza, uma vez que muitos dos parâmetros necessários para a comunicação entre estes dois componentes são parametrizados automaticamente, libertando o utilizador de tarefas como a de ter indicar o URL de acesso ao LMS. A mesma filosofia foi também aplicada, por exemplo, no acesso às descrições WSDL dos *WebServices* disponibilizados. Assim, para sistemas MOODLE diferentes, com localizações e URL diferentes, as localizações dos *WebServices* são consequentemente diferentes e, também, o *gadget* que é gerado é diferente.

4.2.3 Resumo e Considerações Finais

Apesar das muito variadas formas para levar e introduzir informação no LMS e das diversas ferramentas que estes disponibilizam, não existem ainda muitas formas efectivas e expeditas de conseguir fornecer informação importante que é gerada no contexto das actividades dos LMS à comunidade dos seus utilizadores. Os novos utilizadores da *Web* querem muito mais do que o tradicional “*point-and-click-and-wait*”. [5] O caminho passa então pela criação de uma nova geração de aplicações abertas sustentadas na adopção de uma arquitectura orientada aos serviços que

Implementação

permitam a utilização de *standards* e interfaces abertos. Algumas soluções de LMS como o Blackboard e o MySakai começam também já a apostar nestas novas formas de chegar aos alunos, defendendo as vantagens de ser o próprio LMS a percorrer o caminho de encontro aos seus utilizadores, levando a informação dos cursos até aos ambientes que eles gostam de usar e, além disso, onde se criam e mantêm comunidades sociais.

O problema que se pretendia resolver era o de criar uma aplicação que fosse construída segundo a filosofia das ferramentas *Web 2.0* com significado para o utilizador, fácil de usar por qualquer pessoa dando-lhe algum tipo de possibilidade de customização, e que prestasse um serviço claro e objectivo de forma eficaz, e flexível. Partindo destes pressupostos, criou-se o iMoodle que é constituído por uma parte central – o iMoodle block – e que pode ser visto como o prestador de serviços; e por diversos consumidores (neste caso apenas ainda só um está disponível), o iMoodle gadget, para o iGoogle. O iMoodle block para além de disponibilizar o conjunto de *WebServices* abertos necessários à operacionalização da comunicação com os diversos consumidores, também implementa um mecanismo de validação de utilizadores alternativo ao uso do par *username* e *password* do LMS. Como vimos durante a apresentação dos desenvolvimentos deste componente, o meio por onde viaja a informação não pode ser assumido como seguro o que poderia resultar no comprometimento desses dados. No caso particular da realidade da FEUP, mas que também se pode verificar noutros contextos, os utilizadores usam habitualmente o mesmo par *username* e *password* nos diversos sistemas que lhes são disponibilizados, implicando o consequente comprometimento do acesso a esses sistemas.

Um outro aspecto que importa salientar prende-se com o facto de muitas das configurações do *gadget* serem geradas automaticamente e de forma transparente para o utilizador, libertando-o da necessidade de introdução das localizações dos serviços que envolvem a comunicação de dados. Na verdade, os utilizadores não necessitam de saber (nem querem) como e onde é que cada um dos componentes interliga, e resulta em ganhos ao nível da usabilidade da aplicação e na medida em que se reduz uma potencial fonte de problemas de funcionamento.

Capítulo 5

Conclusões e Trabalho Futuro

Foi objectivo desta dissertação aproximar a tecnologia aos utilizadores, concretamente a utilização da *Web* nos processos de ensino e aprendizagem da FEUP, adoptando todas as mais-valias de uma perspectiva de serviços.

Como vimos a *Web* está diferente, os seus utilizadores estão diferentes, querem coisas diferentes. A *Web* passou de uma montra a um quadro que todos pintamos. Todos queremos participar na sua construção, queremos rapidez e eficiência na interacção, muito mais do que o tradicional “*point-and-click-and-wait*”, queremos estar sempre ligados. O conceito da rede – *Internet* – ultrapassou a ideia da “mera” ligação física de acesso a documentos, para o significado de um sítio com o qual interagimos, para o qual contribuímos, e que nos permite a construção de autênticos mundos virtuais.

Esta revolução não é fruto de uma revolução tecnológica, mas antes social. A *Web* é agora muito mais que uma ferramenta que usamos, são experiências que vivemos. Vêem-se crescer redes sociais e ferramentas colaborativas de trabalho e lazer, suportadas, alojadas e disponibilizadas totalmente na *Web*, reflectindo uma mudança de atitudes dos seus utilizadores que vivem num mundo em que o digital cada dia ocupa mais espaço. Surgem novas comunidades *on-line* caracterizadas por domínios de interesse comum, onde os seus membros interagem, aprendem em conjunto, participam e produzem recursos.

A adopção de uma cultura de serviços abertos surge como resposta a esta forma de estar e usar a *Web* e, à necessidade de perspectivas mais flexíveis e funcionais por parte das organizações.

A realidade no ensino, e em particular na universidade, não é alheia a todas estas mudanças e muitos destes novos utilizadores são alunos, tornando-se não só aliciante como um desafio a aplicação destes conceitos e perspectivas no enquadramento do

Conclusões e Trabalho Futuro

processo de ensino aprendizagem como potenciador de maior interacção e motivação dos mesmos.

Neste cenário não faz sentido pensar no sistema de *e-Learning* como centralizador e isolado. Fará sentido sim a sua abertura e a criação de ligações, não só com outros sistemas mas principalmente com os seus utilizadores, revestindo-o cada vez mais de significado e utilidade para a aprendizagem. Vimos que, apesar de muitas e variadas formas de introduzir informação no LMS, não existem formas expeditas de extrair e levar a informação que lá se produz no decorrer das actividades educativas até ao utilizador. Em vez de obrigar os utilizadores a uma dependência do LMS temos agora a hipótese de levar essa informação aos locais onde os novos alunos estão, vivem e socializam digitalmente, facilitando e o seu envolvimento, entusiasmo, compromisso e confiança nas suas actividades de aprendizagem.

Esta abertura dos sistemas de *e-Learning* já se faz sentir não só em plataformas LMS, como o Blackboard Sync e o My Sakai, mas também na adopção de outros canais de comunicação na *Web* como o iTunesU ou as comunidades virtuais de universidades no Facebook. A adopção da perspectiva de serviços e da abordagem aberta e colaborativa, características da *Web 2.0*, no *e-Learning* na FEUP permite, mais do que tudo, chegar mais perto dos utilizadores mas também atingir novos horizontes.

No decorrer desta dissertação, e no sentido de implementar esta estratégia, foram desenvolvidos dois componentes que pretendem por um lado melhorar a integração entre sistemas e, por outro, disponibilizar um *gadget Web 2.0* como uma janela para a actividade do MOODLE da FEUP.

Em relação à integração do SiFEUP e o LMS, utilizando o FEUP IMS Enterprise Enrolment Plugin, a disponibilização imediata e à partida de todos os cursos no MOODLE permite a exploração do sistema por parte de professores e de alunos que não tinham tido experiências de utilização de LMS. Isto por si só representa uma mais-valia. Já tendo sido atingido nesta altura o público dos inovadores e entusiastas, conseguimos desta forma a divulgação e constatação de utilização que poderá convencer os mais cépticos ou reticentes. Também, criamos massa crítica – professores e alunos – que muitas vezes levam os colegas a utilizar o sistema, numa perspectiva de aconselhamento e sugestão. Muitas vezes são os próprios alunos que já utilizaram o LMS em outras disciplinas ou circunstâncias a pedir aos seus professores para o usar. E também potencia a utilização do LMS para outras finalidades enquadradas no processo de ensino e aprendizagem que não as habituais de *blended-learning*, tais como espaços de discussão e acompanhamento de teses, áreas para grupos de trabalho, projectos, formação, entre outros.

Ainda é prematuro tirar conclusões acerca do iMoodle visto ainda não ter sido disponibilizado a toda a comunidade FEUP, estando previsto o seu lançamento já no próximo ano lectivo de 2008/09. De qualquer forma, e tendo em consideração a

crescente utilização de ferramentas *Web 2.0* e o perfil da nova geração de utilizadores, acredita-se que este seja mais um canal de comunicação efectivo que aproxima o LMS dos seus utilizadores, não seguindo uma perspectiva centralizadora que obriga os utilizadores a ir buscar a informação de que necessitam. Este tipo de ferramentas serve, de um modo geral, todos os utilizadores do LMS, mas a sua utilização poderá ter mais impacto junto dos alunos, não só por serem mais receptivos à utilização destas ferramentas, mas também conseguindo chegar até eles aproximando-os da “escola” a que muitos se alheiam.

5.1 Evoluções

Existem grandes potencialidades de evolução do *e-Learning* tanto ao nível da integração de sistemas na organização, como na disponibilização de novos canais baseados na *Web* para chegar aos utilizadores, seguindo esta perspectiva de serviços.

Podemos melhorar o grau de integração de sistemas na FEUP de forma a disponibilizar funcionalidades já identificadas como necessárias e pertinentes, tanto para professores como para alunos. Nomeadamente as questões de optimização de processos de publicação de sumários das aulas, dos recursos educativos, das classificações e agenda de eventos das disciplinas, referidos anteriormente. Paralelamente existem outros domínios onde também é fundamental aprofundar as relações entre o LMS e outros sistemas. É o caso do Sistema de Informação da Biblioteca – catálogo e repositório (Aleph/Digitool). Aqui, a integração permitiria fornecer funcionalidades de pesquisa contextualizada, a descoberta e até mesmo de sugestão de bibliografia e recursos relacionados com a área de interesse do curso. Por outro lado, a ligação dos três sistemas fundamentais – MOODLE, SiFEUP e Aleph/Digitool – tornaria mais eficiente a gestão de recursos educativos, tornando também melhor a gestão de espaço, acessos, e disponibilidade.

Convém lembrar que cada um destes sistemas desempenha um papel fundamental no processo educativo, seja no acto da aprendizagem, seja na investigação e desenvolvimento, como na consulta de dados académicos. Quanto melhor for o nível de integração entre os sistemas na organização, mais e melhores serviços podem ser disponibilizados aos seus utilizadores.

Existem duas dimensões para a disponibilização destes serviços:

- Procurando oferecer um conjunto vasto de serviços, disponibilizando funcionalidades simples associadas a qualquer um dos sistemas, e também outras de maior complexidade que impliquem cruzamento e agregação de informação que acrescentem valor;

Conclusões e Trabalho Futuro

- Disponibilizando cada um desses serviços em diferentes canais, seja do tipo *gadget*, redes sociais, ferramentas *Web 2.0* – *blogs*, *wikis*, iTunes, ou dispositivos móveis – telemóveis, PDAs, MP3/MP4 *Players*.

Estas não são ideias para o futuro, o futuro faz-se hoje.

Referências

- [1] **Prensky, Marc.** Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*. Outubro 2001, Vol. 9, 5.
- [2] *WebCT Communities*. [Online] Blackboard Inc. [Citação: 28 de Junho de 2008.] <http://www.luvit.com/>.
- [3] *Blackboard - Educate. Innovate. Everywhere*. [Online] Blackboard Inc. [Citação: 28 de Junho de 2008.] <http://www.blackboard.com>.
- [4] *E-learning Lund - LUVIT AB - flexibelt och kundnära*:. [Online] Luvit. [Citação: 28 de Junho de 2008.] <http://www.luvit.com/>.
- [5] *Revisiting WebQuests in a Web 2 World. How developments in technology and pedagogy combine to scaffold personal learning*. **March, Thomas**. N 15, Barcelona : s.n., Outubro de 2007, Interactive Educational Multimedia, pp. 1-17. <http://www.ub.edu/multimedia/iem>. ISSN 1576-4990.
- [6] **Franklin, Tom e Harmelen, Mark van**. *Web 2.0 for Content for Learning and Teaching in Higher Education*. 28 de Maio de 2007.
- [7] **Wilson, Scott, Blinco, Kerry e Rehak, Daniel**. Service-Oriented Frameworks: Modelling the infrastructure for the next generation of e-Learning Systems. *Supporting education and research*. [Online] Julho de 2004. [Citação: 4 de Junho de 2008.] http://www.jisc.ac.uk/uploaded_documents/AltilabServiceOrientedFrameworks.pdf.
- [8] **Davidson, Mary Ann**. SOA What? *Oracle Magazine*. Maio/Junho, 2008, Vol. XXII, 3.
- [9] **Martins, Mário**. SOA e BPM, duas disciplinas, um só objectivo. *Novabase*. [Online] 16 de Junho de 2008. [Citação: 18 de Junho de 2008.] <http://www.novabase.pt/showNews.asp?idProd=ressoabpm>.
- [10] **Srinivasan, Latha e Treadwell, Jem**. An Overview of Service-oriented Architecture, Web Services and Grid Computing. *HP Software Global Business*. [Online] 3 de Novembro de 2005. [Citação: 17 de Junho de 2008.] <http://h71028.www7.hp.com/ERC/downloads/SOA-Grid-HP-WhitePaper.pdf>.
- [11] **Carey, Patrick F. e Gleason, Bernard W**. Solving the Integration Issue - Service-Oriented Architectures (SOA). *IMB Executive White Paper Series*. 2005, Vol. May.

Referências

- [12] **Channabasavaiah, Kishore, Holley, Kerrie e Tuggle Jr., Edward.** Migrating to a service-oriented architecture. *IBM Developer Works*. [Online] 16 de Dec de 2003. <http://www-128.ibm.com/developerworks/library/ws-migratesoa/>.
- [13] **Haas, Hugo.** Designing the architecture for Web services. *W3C*. [Online] 22 de May de 2003. [Citação: 1 de Junho de 2008.] <http://www.w3.org/2003/Talks/0521-hh-wsa/>.
- [14] Web Services Architecture. *W3C*. [Online] 11 de Feb de 2004. <http://www.w3.org/TR/ws-arch/>.
- [15] *XATA 2004 - XML, Aplicações e Tecnologias Associadas*. **Ramalho, José Carlos.** FEUP, Porto : s.n., 2004.
- [16] UDDI Version 2.04 API Specification. *UDDI XML.org*. [Online] 19 de Julho de 2002. [Citação: 23 de Junho de 2008.] http://uddi.org/pubs/ProgrammersAPI-V2.04-Published-20020719.htm#_Toc25137691.
- [17] IMS Global Learning Consortium. *IMS Global Learning Consortium*. [Online] IMS Global Learning Consortium, Inc., 04 de Oct de 2008. [Citação: 12 de Fevereiro de 2008.] <http://www.imsglobal.org/>.
- [18] *Estudo dos factores de sucesso em ambientes de ensino à distância*. **Rurato, Paulo e Gouveia, Luís Borges.** Valencia : Virtual Educa 2002 - III Conferencia Internacional sobre educación, formación y nuevas tecnologías, 2002.
- [19] **Caixinha, Helder.** O e-Learning na Universidade de Aveiro. [Online] 28 de Janeiro de 2005. [Citação: 24 de Junho de 2008.] http://www2.ufp.pt/%7Elmbg/reserva/ua_heldercaixinha.pdf.
- [20] **Andrade, Pedro.** A Internet e o Ensino à Distância. [Online] 20 de Janeiro de 1998. [Citação: 24 de Junho de 2008.] <http://student.dei.uc.pt/~pandrade/sf/>.
- [21] **Carvalho, Carlos Vaz e Cardoso, Eduardo Luís.** O E-learning e o Ensino Superior em Portugal. *Site do Sindicato Nacional do Ensino Superior*. [Online] Maio de 2003. [Citação: 24 de Junho de 2008.] <http://www.snesup.pt/htmls/EEZyKEyEVurTZBpYlM.shtml>.
- [22] About Moodle. [Online] Moodle.org, 17 de Maio de 2008. [Citação: 24 de Junho de 2008.] <http://moodle.org/>.
- [23] *ATutor Learning Content Management System*. [Online] ATutor. [Citação: 28 de Junho de 2008.] <http://www.atutor.ca/>.
- [24] *Dokeos*. [Online] Dokeos. [Citação: 28 de Junho de 2008.] <http://www.dokeos.com/>.
- [25] *ILIAS Learning Management*. [Online] ILIAS. [Citação: 28 de Junho de 2008.] <http://www.ilias.de/>.

Referências

- [26] *LAMS Foundation Ltd.* [Online] <http://lamsfoundation.org>.
- [27] *.LRN - Learn, Research and Network.* [Online] .LRN. [Citação: 28 de Junho de 2008.] <http://dotlrn.org/>.
- [28] *Sakai Project - Collaboration and Learning Environment for Education.* [Online] Sakai Project. [Citação: 28 de Junho de 2008.] <http://sakaiproject.org/>.
- [29] *ANGEL Learning - Learning Management Suite for K-12 and Higher Education.* [Online] ANGEL Learning. [Citação: 28 de Junho de 2008.] <http://www.angellearning.com/>.
- [30] *Desire2Learn Innovative Learning Technology.* [Online] Desire2Learn. [Citação: 28 de Junho de 2008.] <http://www.desire2learn.com/>.
- [31] *SAP ENTERPRISE LEARNING.* [Online] SAP. [Citação: 28 de Junho de 2008.] <http://www.sap.com/solutions/business-suite/erp/hcm/learningsolution/index.epx>.
- [32] **Khan, Badrul H.** A Framework for Open, Flexible and Distributed E-Learning. *eLearn Magazine*. [Online] 2 de Fevereiro de 2003. [Citação: 27 de Junho de 2008.] http://elearnmag.org/subpage.cfm?section=best_practices&article=12-1.
- [33] *Changing paradigms: managed learning environments and Web 2.0.* **Craig, Emory M.** 3, s.l. : Emerald Group Publishing Limited, 2007, Campus-Wide Information Systems, Vol. 24, pp. 152-161. DOI 10.1108/10650740710762185.
- [34] Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. *Wikipédia, a enciclopédia livre.* [Online] 9 de Junho de 2008. [Citação: 23 de Junho de 2008.] http://pt.wikipedia.org/wiki/Faculdade_de_E engenharia_da_Universidade_do_Porto.
- [35] *Plano estratégico para o e-Learning na FEUP.* Porto : Conselho Consultivo para o e-Learning, 2005.
- [36] Sobre o Sistema de Informação. *Sistema de Informação da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.* [Online] 13 de Julho de 2007. [Citação: 23 de Junho de 2008.] http://www.fe.up.pt/si/web_base.gera_pagina?p_pagina=2403.
- [37] **David, Gabriel e Ribeiro, Lúcia.** Desenvolvimento do SiFEUP. *Sistema de Informação da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.* [Online] 8 de Novembro de 2003. [Citação: 23 de Junho de 2008.] http://www.fe.up.pt/si/web_base.gera_pagina?p_pagina=1570.
- [38] *MERLIN 2000 - Vocational training in engineering using web-based distance learning: a pilot study linking university to industry.* [Online] Leonardo da Vinci. http://leonardo.ec.europa.eu/pdb/detail_en.cfm?numero=5605&annee=98.
- [39] *MERLIN 2000 - Vocational training in engineering using web-based distance learning: a pilot study linking university to industry.* *SiFEUP.* [Online] http://www.fe.up.pt/si/projectos_geral.mostra_projecto?P_ID=103.

Referências

- [40] Libre Software Methods for E-Education. *Edukalibre Project*. [Online] Edukalibre Project. <http://edukalibre.org/>.
- [41] Libre Software Methods for E-Education. *SiFEUP*. [Online] http://www.fe.up.pt/si/projectos_geral.mostra_projecto?P_ID=837.
- [42] Rapleaf Study of Social Network Users vs. Age. *Rapleaf Business*. [Online] 18 de Junho de 2008. [Citação: 28 de Junho de 2008.] http://business.rapleaf.com/company_press_2008_06_18.html.
- [43] **Weller, Martin**. SocialLearn: Bridging the Gap Between Web 2.0 and Higher Education. *e-Literate - What Michael Feldstein is learning about online learning... online*. [Online] 16 de Junho de 2008. [Citação: 28 de Junho de 2008.] <http://mfeldstein.com/sociallearn-bridging-the-gap-between-web-20-and-higher-education/>.
- [44] *SocialLearn //learning/on/the/open/social/web*. [Online] Open University. [Citação: 29 de Junho de 2008.] <http://www.open.ac.uk/blogs/sociallearn/>.
- [45] IMS Enterprise Services Specification. *IMS Global*. [Online] 11 de Junho de 2004. http://www.imsglobal.org/es/esv1p0/imses_specv1p0.html.
- [46] **Wesch, Michael**. What is Web 2.0? What does it mean for Anthropology? *Anthropology News*. Maio, 2007, Vol. 48, 5.
- [47] **O'Reilly, Tim**. What Is Web 2.0. *O'Reilly*. [Online] 30 de September de 2005. <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>.
- [48] **Olivier, B. e McKell, M**. *Using the IMS Content Packaging to Package Instances of LIP and Other IMS Specifications Implementation Handbook*. s.l. : IMS Global Learning Consortium, Inc., 2001.
- [49] **The New Media Consortium, EDUCAUSE Learning Initiative**. *The 2008 Horizon Report*. s.l. : The New Media Consortium, 2008. ISBN 0-9765087-6-1.
- [50] *Social:Learn – Widening Participation and Sustainability of Higher Education*. **Walton, Anthony, Weller, Martin e Conole, Gráinne**. Lisbon, Portugal : EDEN 2008: Annual Conference of the European Distance and E-Learning Network, 2008.
- [51] **The Open Group, SOA Definition Team**. Service-Oriented Architecture. *The Open Group*. [Online] 08 de Junho de 2006. <http://www.opengroup.org/projects/soa/doc.tpl?gdid=10632>.
- [52] **Wikipedia**. Service-oriented architecture. *Wikipedia the free encyclopedia*. [Online] 10 de Junho de 2008. [Citação: 12 de Junho de 2008.] http://en.wikipedia.org/wiki/Service-oriented_architecture.
- [53] *OLAT - The Open Source LMS*. [Online] OLAT. [Citação: 28 de Junho de 2008.] <http://www.olat.org/website/en/html/index.html>.

Referências

- [54] **Magno, José, Castro, António e Carvalho, Carlos.** O e-Learning no Ensino Superior: um caso de estudo. *Educação, Formação e Tecnologia*. [Online] 1 de Junho de 2008. [Citação: 14 de Junho de 2008.]
<http://eft.educom.pt/index.php/eft/article/viewFile/22/15>.
- [55] **Muzinatti, Clausia.** Mundo moodle: conhecimento em construção. *Redemoinhos: Informativo da Cidade do Conhecimento*. Maio, 2005, Vol. V, 3.
- [56] Introducing Ajax and OpenAjax. *OpenAjax Alliance*. [Online] [Citação: 9 de Junho de 2008.]
<http://www.openajax.org/whitepapers/Introducing%20Ajax%20and%20OpenAjax.php>.
- [57] **McKell, M.** *IMS Persistent Location-independent Resource Identifier Implementation Handbook*. s.l. : IMS Global Learning Consortium, Inc., 2001.
- [58] **Anderson, T. e McKell, M.** *IMS Learning Resource Meta-data XML Binding*. s.l. : IMS Global Learning Consortium, Inc., 2001.
- [59] —. *IMS Learning Resource Meta-data Information Model*. s.l. : IMS Global Learning Consortium, Inc., 2001.
- [60] —. *IMS Learning Meta-data Best Practice and Implementation Guide*. s.l. : IMS Global Learning Consortium, Inc., 2001.
- [61] **Robson, R., Smythe, C. e Tansey, F.** IMS Learner Information Packaging Information Model Specification - Version 1.0 Final Specification. *IMS Global Learning Consortium*. [Online] 9 de Março de 2001. [Citação: 12 de Fevereiro de 2008.] <http://www.imsglobal.org/profiles/lipinfo01.html>.
- [62] —. *IMS Learner Information Packaging Best Practices and Implementation Guide Final Specification*. s.l. : IMS Global Learning Consortium, Inc., 2001.
- [63] —. *IMS Learner Information Package XML Binding Final Specification*. s.l. : IMS Global Learning Consortium, Inc., 2001.
- [64] IMS Learner Information Package Summary of Changes - Version 1.0.1 Final Specification. *IMS Global Learning Consortium*. [Online] 04 de Janeiro de 2005. [Citação: 12 de Fevereiro de 2008.]
http://www.imsglobal.org/profiles/lipv1p0p1/imslip_sumcv1p0p1.html.
- [65] **Smythe, C., Collier, G. e Etesse, C.** IMS Enterprise XML Binding - Version 1.1 Final Specification. *IMS Global Learning Consortium*. [Online] 1 de Julho de 2002. [Citação: 12 de Fevereiro de 2008.]
http://www.imsglobal.org/enterprise/entv1p1/imsent_bindv1p1.html.
- [66] —. *IMS Enterprise V1.1/V2.0 Scoping Document*. s.l. : IMS Global Learning Consortium, Inc., IMS Global Learning Consortium, Inc., 2001.

Referências

- [67] **Collier, G. e Veres, W.** *IMS Enterprise Information Model V1.01 Final Specification*. s.l. : IMS Global Learning Consortium, Inc., IMS Global Learning Consortium, Inc., 1999.
- [68] **Smythe, C., Collier, G. e Etesse, C.** *IMS Enterprise Information Model Final Specification*. s.l. : IMS Global Learning Consortium, Inc., 2002.
- [69] —. *IMS Enterprise Information Model - Version 1.1 Final Specification*. *IMS Global Learning Consortium*. [Online] 1 de Julho de 2002. [Citação: 12 de Fevereiro de 2008.] http://www.imsglobal.org/enterprise/entv1p1/imsent_infov1p1.html.
- [70] *IMS Enterprise Best Practice and Implementation Guide - Version 1.1 Final Specification*. *IMS Global Learning Consortium*. [Online] 01 de Julho de 2002. [Citação: 12 de Fevereiro de 2008.] http://www.imsglobal.org/enterprise/entv1p1/imsent_bestv1p1.html.
- [71] **Anderson, T., et al.** *IMS Content Packaging XML Binding - Version 1.1.4 Final Specification*. *IMS Global Learning Consortium*. [Online] 4 de Outubro de 2004. [Citação: 12 de Fevereiro de 2008.] http://www.imsglobal.org/content/packaging/cpv1p1p4/imscp_bindv1p1p4.html.
- [72] —. *IMS Content Packaging XML Binding*. s.l. : IMS Global Learning Consortium, Inc., 2001.
- [73] —. *IMS Content Packaging Information Model - Version 1.1.4 Final Specification*. *IMS Global Learning Consortium*. [Online] 4 de Outubro de 2004. [Citação: 12 de Fevereiro de 2008.] http://www.imsglobal.org/content/packaging/cpv1p1p4/imscp_infov1p1p4.html.
- [74] —. *IMS Content Packaging Information Model*. s.l. : IMS Global Learning Consortium, Inc., IMS Global Learning Consortium, Inc., Agosto de 2001.
- [75] —. *IMS Content Packaging Best Practice and Implementation Guide - Version 1.1.4 Final Specification*. *IMS Global Learning Consortium*. [Online] 04 de Outubro de 2004. [Citação: 12 de Fev de 2008.] http://www.imsglobal.org/content/packaging/cpv1p1p4/imscp_bestv1p1p4.html.
- [76] **Torrão, Sofia.** e-Learning at FEUP presentation on 17jun2008. *e-Learning na FEUP*. [Online] [Citação: 28 de Junho de 2008.] http://elearning.fe.up.pt/apresentacoes/elearning_feup_presentation_17jun2008.pdf/view.
- [77] *Cohere: Towards Web 2.0 Argumentation*. **Shum, Simon Buckingham**. Toulouse : 2nd International Conference on Computational Models of Argument, 2008.
- [78] **Wesch, Michael.** An In-depth Look at the Cyber-Phenomenon of Our Time: Web 2.0. *The Lawlor Review*. Vol. XV, 2.

Referências

- [79] —. A Witch-hunt in New Guinea: Anthropology on Trial. *Anthropology & Humanism*. 2007, Vol. 32, 1.
- [80] *Local Framework for Adaptive e-Learning Based on LMS Model: A Case Study*. **Al-Saleem, Saleh**. New York : Academic Conferences Limited, 2007. 978-1-905305-47-6 Cd.
- [81] *Web Services Adaptivity Approach Based on a Multi Level Vision of the Learning Process*. **Ali, Mohamed Ben, Jamoussi, Yassine e Ghezala, Henda Ben**. New York : Academic Conferences Limited, 2007. 978-1-905305-47-6 Cd.
- [82] *Does the Virtual Learning Environment (VLE) Effectively Meet the Pedagogic Needs of the Student?* **Burns, John**. New York : Academic Conferences Limited, 2007. 978-1-905305-47-6 Cd.
- [83] **Westerkamp, Peter**. *E-Learning as a Web Service*. Munster : University of Munster, Institut fur Wirtschaftsinformatik.
- [84] *Advanced Distributed Learning Sharable Content Object. Advanced Distributed Learning Initiative*. 2001.
- [85] *UDDI for E-Learning: A Repository for Distirbuted Learning Objects*. **Vossen, G., P. Westerkamp**. Scottsdale, USA : 2nd International Conference on Information and Knowledge Sharing, 2003.
- [86] *E-learning as aWeb service*. **Vossen, G., P.Westerkamp**. Hong Kong, China : 7th International Conference on Database Engineering and Applications, 2003.
- [87] *Learning Objects as a Uniform Foundation for E-Learning Platforms*. **Vossen, G., P. Westerkamp**. Hong Kong, China : IEEE Computer Society Press, 2003.

